



STUK-B 266 / VUOSIRAPORTTI 2020

Eija Venelampi (toim.)

B



Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2020

TÄMÄN RAPORTIN LAADINTAAN OVAT OSALLISTUNEET

Siiri-Maria Aallos-Ståhl
Ritva Bly
Elina Hallinen
Santtu Hellstén
Heli Hoilijoki
Anne Höytö
Sampsa Kaijaluoto
Antti Kallio
Anne Kiuru
Milla Korhonen
Venla Kuhmonen
Päivi Kurttio
Antti Latomäki
Maaret Lehtinen
Reetta Nylund
Pasi Orreveläinen
Iisa Outola
Lauri Puranen
Teemu Siiskonen
Petri Sipilä
Antti Takkinen
Petra Tenkanen-Rautakoski
Emmi Tikkanen
Tim Toivo
Tommi Toivonen
Tuomas Siru
Reijo Visuri
Lasse Ylianttila

ISBN 978-952-309-515-1 (pdf)

ISSN 2243-1896



Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2020

Eija Venelampi (toim.)

Eija Venelampi (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2020. STUK-B 266. Helsinki 2020. 73 s.

AVAINSANAT: säteilyn käyttö, säteilytoiminta, turvallisuuslupa, luvasta vapautettu toiminta, säteilyn käytön tarkastukset, säteilylähteet, radioaktiiviset aineet, radioaktiiviset jätteet, työntekijöiden säteilyannokset, luonnonsäteily, ionisoimaton säteily, mittanormaalit, säännöstötyö, tutkimus, kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö, viestintä, palvelut, säteilyturvallisuuspoikkeamat

Tiivistelmä

Vuoden 2020 lopussa oli voimassa 2 944 turvallisuuslupaa ionisoivan säteilyn käyttöä varten ja kolme turvallisuuslupaa ilmailun harjoittamiseen. Säteilyn käyttöä valvottiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, valvontakyselyillä ja annosrekisterin ylläpidolla. Vuonna 2020 Säteilyturvakeskus (STUK) teki 103 turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastusta käyttöpaikoilla. Korjausvaatimuksia annettiin tarkastuksissa 10 kappaletta.

Henkilökohtaisessa annostarkkailussa oli vuonna 2020 yhteensä noin 14 700 työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään annosrekisteriin noin 72 600 kappaletta.

Vuonna 2020 ionisoimattoman säteilyn (NIR) käytön valvonta kohdistui lasereihin, solariumeihin, matkapuhelimiin, UV-taskulamppuihin ja kosmeettisiin NIR-sovelluksiin. Valvonnassa puututtiin 22 kertaa vaarallisen laserlaitteen nettihuutokauppaan. Showlasertarkastuksia tehtiin käyttöpaikoilla kaksi kappaletta. Kuntien terveydensuojeluviranomaiset lähettivät tiedot 26:sta solariumin käyttöpaikkatarkastuksesta STUKin arvioitavaksi ja päätettäväksi. Tämän lisäksi viittä solariumien käyttöpaikkaa valvottiin STUKin oman seurannan perusteella. Tarkastus tehtiin dokumentaation perusteella 24 kauneudenhoitopaikalle ja lisäksi yhden laserlaitteen säteily käytiin mittaamassa käyttöpaikalla.

Mittanormaalityöinnässä kansallisia mittanormaaleja pidettiin yllä sädehoidon, säteilysuojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittarien ja ilman radonmittareiden kalibrointeihin. Mittausvertailuissa STUKin tulokset olivat selvästi hyväksyntärajojen sisällä.

Ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käyttöön liittyvä tutkimus tuotti uutta tietoa muun muassa työntekijöiden silmän linssin ja valoimpulssi- eli IPL-laitteiden aiheuttamasta altistuksesta. Tutkimuksella kehitettiin myös isotooppilääketieteen valvontaa.

Vuonna 2020 sattui 57 säteilyn käyttöön liittyvää säteilyturvallisuuspoikkeamaa. Tapahtumista 24 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa, 21 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa, kuusi eläinlääketieteessä ja kuusi ionisoimattoman säteilyn käytössä. Terveydenhuollosta ilmoitettiin lisäksi 1 541 turvallisuusmerkitykseltään vähäisemmäksi arvioitua tapahtumaa ja läheltä piti -tilannetta sekä teollisuudesta ja tutkimuksesta viisi kootusti ilmoitettavaa säteilyturvallisuuspoikkeamaa.

Kansalliseen radontietokantaan kirjattiin yli 17 000 radonmittausta noin 4 400 työpaikalta vuonna 2020. Tavanomaisilla työpaikoilla radonpitoisuus oli suurempi kuin viitearvo 300 Bq/m^3 noin 13 %:ssa mitatuista työpaikoista.

Sisällys

TIIVISTELMÄ	5
JOHDON KATSAUS	8
1 YLEISTÄ	9
1.1 TÄRKEIMMÄT TUNNUSLUVUT	9
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	11
2.1 SÄTEILYN KÄYTTÖ TERVEYDENHUOLLOSSA, HAMMASLÄÄKETIEDESSÄ JA ELÄINLÄÄKETIEDESSÄ	11
2.2 SÄTEILYN KÄYTTÖ TEOLLISUUDESSA JA TUTKIMUKSESSA	12
2.3 TURVALLISUUSLUVAN ALAISEN SÄTEILYTOIMINNAN TOIMINNANAIKAINEN VALVONTA	14
2.4 SÄTEILYLÄHTEIDEN VALMISTUS, TUONTI, JA VIENTI	18
2.5 TYÖNTEKIJÖIDEN SÄTEILYANNOKSET	19
2.6 HYVÄKSYNTÄPÄÄTÖKSET JA KELPOISUUKSIEN TOTEAMINEN	24
2.7 RADIOAKTIIVISET JÄTTEET	25
2.8 SÄTEILYTURVALLISUUSPOIKKEAMAT	25
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	37
3.1 RADON TAVANOMAISILLA TYÖPAIKOILLA	37
3.2 RADON MAANALAISILLA KAIVOKSILLA JA LOUHINTATYÖMAILLA	38
3.3 RAKENNUSTUOTTEIDEN RADIOAKTIIVISUUS	38
3.4 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TEOLLISUUDEN VALVONTA (NORM-VALVONTA)	39
3.5 KOSMISEN SÄTEILYN VALVONTA ILMAILUN HARJOITTAMISESSA	39

4	IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	40
4.1	YLEISTÄ	40
4.2	UV-SÄTEILYÄ TUOTTAVIEN LAITTEIDEN VALVONTA	41
4.3	LASERIEN VALVONTA	41
4.4	SÄHKÖMAGNEETTISIA KENTTIÄ TUOTTAVIEN LAITTEIDEN VALVONTA	42
4.5	KOSMEETTISTEN NIR-SOVELLUSTEN KÄYTÖN VALVONTA	43
4.6	MUUT TEHTÄVÄT	43
4.7	SÄTEILYTURVALLISUUSPOIKKEAMAT IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖSSÄ	44
5	SÄÄNNÖSTÖTYÖ	45
6	TUTKIMUS	46
7	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	49
8	KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	51
9	VIESTINTÄ	53
10	MITTANORMAALITOIMINTA	54
10.1	YLEISTÄ	54
10.2	MITTARI- JA MITTAUSVERTAILUT	54
11	PALVELUT	56
11.1	KALIBROINNIT, TESTAUKSET JA SÄTEILYTYKSET	56
11.2	MUUT PALVELUT	56
	LIITE 1 TAULUKOT	57
	LIITE 2 JULKAISUT VUONNA 2020	68

Johdon katsaus

Säteilytoiminnan valvonnan vuosi 2020 oli varsin erilainen kuin aiemmat. CoVid-19-tilanne pakotti lähes koko STUKin etätöihin maaliskuussa. Samalla tarkastustoiminta säteilyn käyttöpaikoille loppui käytännössä kokonaan. Alkuhämmennyksen jälkeen valvontaan ja toiminnanharjoittajien yhteydenpitoon lähdettiin kehittämään muita keinoja. Perinteisiä tapaamisia on korvattu webinaarisarjoilla, tarkastuksia on tehty etänä ja valvonnan painopistettä on siirretty käyttöpaikkatarkastuksista muihin valvontakeinoihin. Valvonnan muutosta on pystytty viemään eteenpäin STUKin strategian mukaisesti, joiltain osin jopa nopeammin pandemiatilanteen pakottamana. Tarkastajien henkilökohtaiset kontaktit ja käynnit käyttöpaikalla ovat kuitenkin tärkeä osa STUKin tilannekuvan muodostamista ja asiakaspalvelua. Tätä kirjoitettaessa tarkastustoiminnan laajempaa uudelleen käynnistämistä joudutaan edelleen odottamaan. Asiakas- ja henkilöstöpalautteen perusteella tätä odotetaan molemmiin puolin jo kovasti.

Tiukat etätyökäytännöt STUKissa mahdollistivat sen, että läsnäoloa vaativat työt pystyttiin tekemään turvallisesti. Esimerkiksi mittanormaallilaboratorion henkilökunta pystyttiin pitämään työpaikalla erikoisjärjestelyin ja laboratorion palvelut saatiin pysymään käynnissä lähes häiriöttä. Lisäksi ionisoimattoman säteilyn valvontaan liittyviä laboratoriomittauksia pystyttiin jatkamaan.

Säteilylainsäädännön kokonaisuudistuksen vaikutukset jatkuivat edelleen vuonna 2020. Säteilylaissa vaaditaan toiminnanharjoittajilta turvallisuusarvion tekemistä. Turvallisuusarvio on uusi vaatimus, jonka tarkoitus on tukea hyvää turvallisuuskulttuuria ja korostaa toiminnanharjoittajan vastuuta säteilytoiminnassa. Turvallisuusarvion toimittamiselle STUKin arvioitavaksi annettiin aikaa 2020 kesäkuuhun saakka. Noin puolet turvallisuusarvioista saatiin määräaikaan mennessä, nämä suurelta osin viime hetkellä. Lopuille jouduttiin tekemään erillisiä muistutuksia ja jopa pakkokeinoprosesseja laissa vaaditun turvallisuusarvion toimittamiseksi. Tämä aiheutti käsittelyyn merkittävän ruuhkan, jonka purkaminen jatkuu vielä 2021 puolella. Turvallisuusarvioista saadaan kuitenkin alkuvaikeuksien jälkeen hyvä työkalu turvallisuuden edistämiseen.

Säännösten rakenne on nyt erilainen kuin ennen, ja perinteisistä ST-ohjeista on luovuttu. Opastavalle materiaalille on kuitenkin nähty tarve. STUK lähti kehittämään tähän tarpeeseen vuonna 2019 säteilylainsäädännön ohjeistopalvelu Sammiota, jossa voidaan nähdä kaikki tiettyyn asiaan liittyvät säädösten helposti kerralla ja jossa on esimerkkejä havainnollistamassa säädösten merkitystä. Palvelua kehitettiin aktiivisesti vuonna 2020 ja palvelu julkaistiin 2021 alkupuolella.

I Yleistä

Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylähteiden käyttöä, valmistusta ja kauppaa sekä näihin liittyviä toimintoja, kuten hallussapitoa, säilyttämistä, huoltoa, korjausta, asennusta, maahantuontia, maastavientiä, varastointia, kuljetusta ja radioaktiivisen jätteen vaarattomaksi tekemistä.

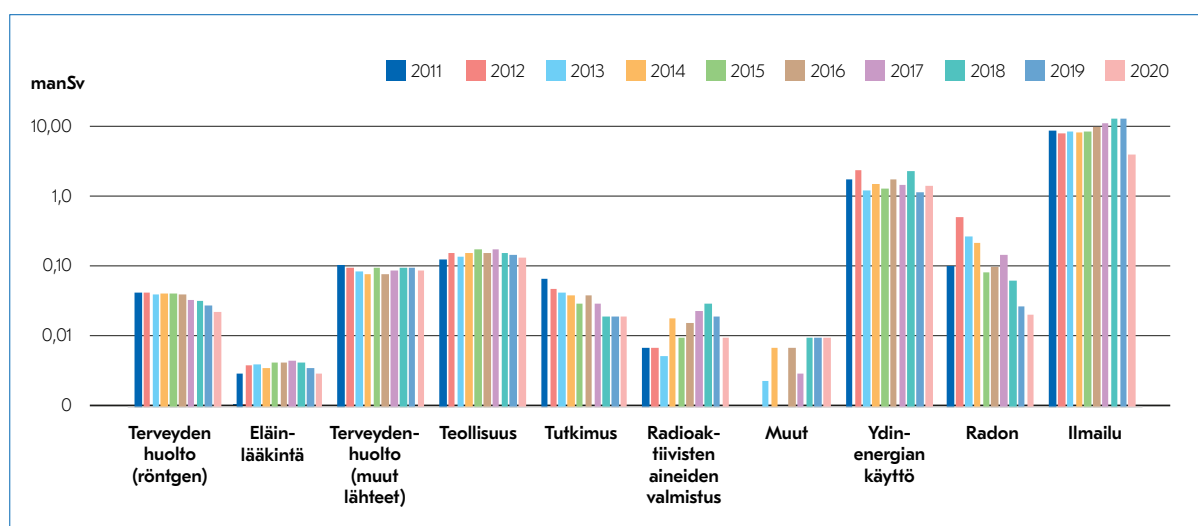
Säteilytoiminnalla tarkoitetaan säteilyn käyttöä ja lisäksi sellaista toimintaa tai olosuhdetta, jossa luonnonsäteilystä, kuten radonista, ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

Säteilyllä tarkoitetaan sekä ionisoivaa että ionisoimatonta säteilyä.

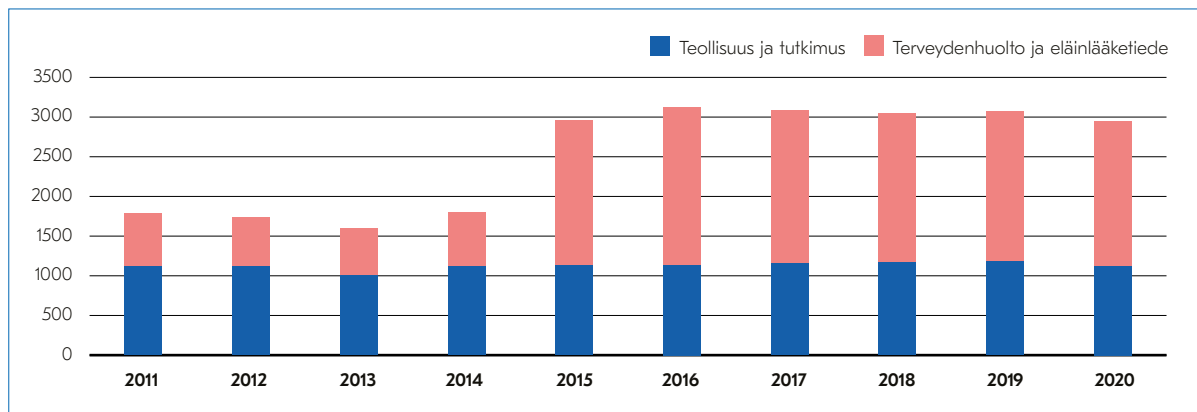
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaa Suomessa Säteilyturvakeskuksen (STUK) Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO) sekä muun luonnonsäteilyn kuin kosmisen säteilyn osalta STUKin Ympäristön säteilyvalvonta -osasto (VALO).

1.1 Tärkeimmät tunnusluvut

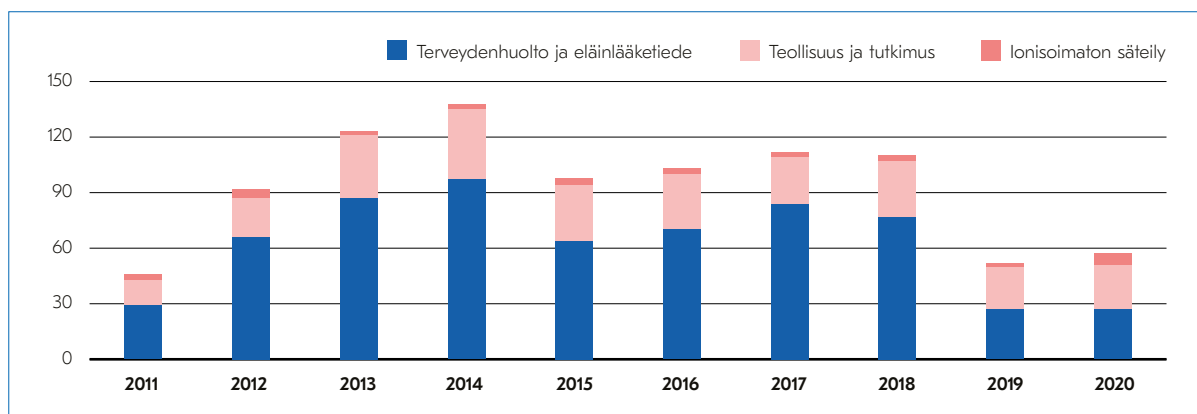
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan tärkeimmät tunnusluvut esitetään kuvissa 1–4.



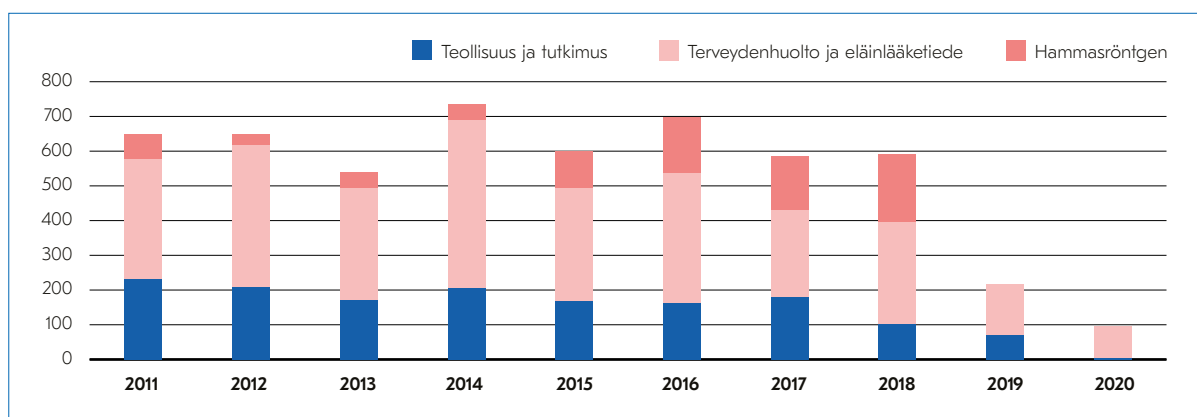
KUVA 1. Henkilökohtaisessa annostarkkailussa olleiden työntekijöiden kollektiiviset efektiiviset annokset (manSv) toimialoittain vuosina 2011–2020. Kuvassa esitettyjen toimialojen lisäksi myös seuraavilla toimialoilla työskentelee muutamia annostarkkailussa olevia henkilöitä: radioaktiivisten aineiden valmistus, asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut (ks. liitteen 1 taulukot 10 ja 11).



KUVA 2. Turvallisuuslupien lukumäärät vuosina 2011–2020. Vuosina 2019–2020 on lisäksi ollut kolme turvallisuuslupaa ilmailun harjoittamiseen. Terveysthuollon lupien määrän lisääntyminen vuonna 2015 johtuu hammasröntgentoiminnan muuttumisesta rekisteröidystä toiminnasta luvanvaraiseksi toiminnaksi.



KUVA 3. Viivytystä ilmoitettavien säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärät vuosina 2011–2020. Vuodesta 2019 alkaen osan aiemmin viivytystä ilmoitettavista säteilyturvallisuuspoikkeamista voitiin ilmoittaa kootusti vuosittain.



KUVA 4. Käyttöpaikoille tehtyjen tarkastusten lukumäärät vuosina 2011–2020. Vuodesta 2019 alkaen hammasröntgentarkastukset ovat mukana kohdassa "Terveysthuolto ja eläinlääketiede".

2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

Kesäkuun 2020 puolivälissä umpeutui säteilylaissa asetettu määräaika toimittaa säteilytoiminnan turvallisuusarvio STUKille vahvistettavaksi. Tämän määräajan jälkeen turvallisuusarvioiden käsittely ruuhkautti valvonnan ja turvallisuusarvioiden käsittely jatkuu edelleen vuoden 2021 alussa. Toisaalta merkittävä osuus toiminnanharjoittajista ei toimittanut turvallisuusarviota STUKin vahvistettavaksi määräaikaan mennessä. Kyseisille toiminnanharjoittajille annettiin kehoitus toimittaa turvallisuusarvio STUKille viipymättä. Riskiperusteisesti hallintopakkoa on myös pitänyt kohdistaa joihinkin toiminnanharjoittajiin turvallisuusarvion toimittamisen varmistamiseksi.

Koronatilanteen huonontumisen vuoksi STUKissa siirryttiin maaliskuussa lähes täysin etätöihin ja tarkastukset käyttöpaikoille vähennettiin minimiin. Vuodelle 2020 oli suunniteltu useampia koulutustilaisuuksia, jotka jouduttiin peruuttamaan koronatilanteen vuoksi. Toisaalta osa koulutustarpeesta saatiin hoidettua verkkoseminaarien muodossa.

Alkuvuonna 2020 tehtiin valvonnassa käytettävään tietojärjestelmään päivityksiä, joissa huomioitiin 2018 vuoden lopussa voimaan tulleen säädösuudistuksen vaikutuksia. Toisaalta otettiin myös käyttöön uusi sähköinen lomakepalvelu lupahakemusten ja ilmoitusten tekemiseksi. Nämä muutokset sujuvoittivat päivittäistä turvallisuuslupavalvontaa ja tulleiden hakemusten sekä ilmoitusten käsittelyä. Toisaalta hakemusten ja ilmoitusten puutteellisuus sekä annettujen täydennyspyyntöjen noudattamatta jättäminen määräajassa hidastivat merkittävästi turvallisuuslupavalvontaa. STUK on osaltaan jämäköittänyt lupavalvontaa käyttämällä muun muassa aiempaa aiemmassa vaiheessa kehotusta ja tarvittaessa muita toimeenpanomenettelyjä.

2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa, hammaslääketieteessä ja eläinlääketieteessä

Turvallisuusluvut

Vuoden 2020 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 1 523 kappaletta ja eläinlääketiedettä koskevia lupia 298 kappaletta (ks. myös kuva 2). Vuoden aikana tehtiin 739 lupa-asiaa koskevaa päätöstä ja 329 ilmoitusta (uusia lupia, muutoksia vanhoihin lupiin tai luvan peruuttamisia). Terveydenhuollon turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli noin 19 päivää. Tämän lisäksi vahvistettiin erillisellä päätöksellä turvallisuusarvio 1 560 turvallisuusluvan osalta. Turvallisuusarvioiden käsittelyajat olivat muita lupa-asioita huomattavasti pidempiä. Liitteen 1 taulukossa 1 on esitetty luvissa olevien toimintojen lukumäärät.

Toimintaa koskevat muutokset

Toiminnanharjoittajien turvallisuusarviotyön tueksi laadittiin alkuvuodesta 2020 sekä eläin- että hammasröntgentoiminnan osalta lomakepohjat. Lisäksi tehtiin muille toimijoille ohje turvallisuusarvion tekemisen tueksi. Kevään mittaan ja erityisesti kesäkuussa umpeutuneen säteilylain siirtymäajan umpeuduttua turvallisuusarvioiden läpikäynti ja vahvistaminen työllistivät huomattavan paljon. Keväällä koronatilanteen pahentuessa nopeasti sairaanhoitopiirit varautuivat tilanteeseen muun muassa hankkimalla lisää kuljetettavia röntgenlaitteita. Näiden laitteiden kysyntähuipun takia hankinnassa tai harkinnassa oli myös aiemmasta poikkeavaa laitekantaa. Näihin liittyvät tiedustelut ja lupahakemukset priorisoitiin, jotta viranomaistoiminta ei aiheuttaisi tarpeetonta hidastetta terveydenhuollon toimivuudelle.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Liitteen 1 taulukossa 2 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumääristä terveydenhuollon ja eläinlääketieteen säteilyn käytössä vuoden 2020 lopussa.

2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa ja tutkimuksessa

Säteilyn käyttö teollisuudessa ja tutkimuksessa sisältää myös säteilyn käytön opetuksessa, palvelu-, asennus- ja huoltotoiminnassa, säteilylähteiden kaupan ja valmistuksen, radioaktiivisten aineiden kuljetukset, radioaktiivisten jätteiden vastaanoton ja käsittelyn sekä orpojen säteilylähteiden käsittelyn ja varastoinnin.

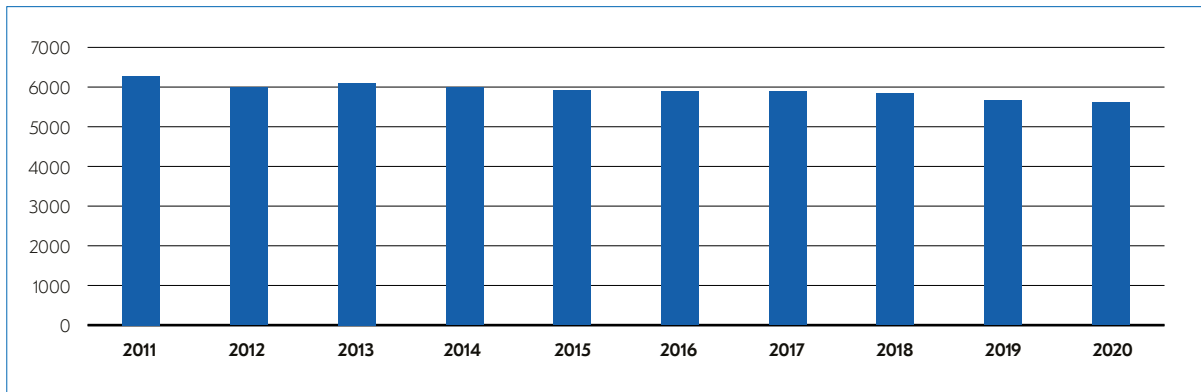
Säteilylain siirtymäajan sisällä (viimeistään 15.6.2020) STUKille toimitettiin 595 vahvistettavaa turvallisuusarviota. Tämä kattoi noin puolet kaikista turvallisuusluvista. Vuoden 2020 loppuun mennessä saapuneita turvallisuusarvioita oli yhteensä 946 kappaletta. Turvallisuusarvion laatimisen tueksi laadittiin ohjeistus, jota täydennettiin loppuvuonna mallipohjalla. Turvallisuusarvioiden läpikäynti työllisti huomattavan paljon.

Turvallisuusluvut

Vuoden 2020 lopussa teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia oli 1 123 kappaletta (ks. myös kuva 2). Vuoden aikana tehtiin yhteensä 636 lupasuoritetta (255 ilmoitusta ja 381 päätöstä), jotka koskivat uusia lupia, muutoksia vanhoihin lupiin tai luvan peruuttamisia. Uusia lupia myönnettiin 48 kappaletta ja 92 lupaa peruutettiin. Lupasuoritteita koskevien hakemusten ja ilmoitusten keskimääräinen käsittelyaika oli 30,4 päivää. Liitteen 1 taulukossa 3 on esitetty luissa olevien säteilytoimintojen lukumäärät.

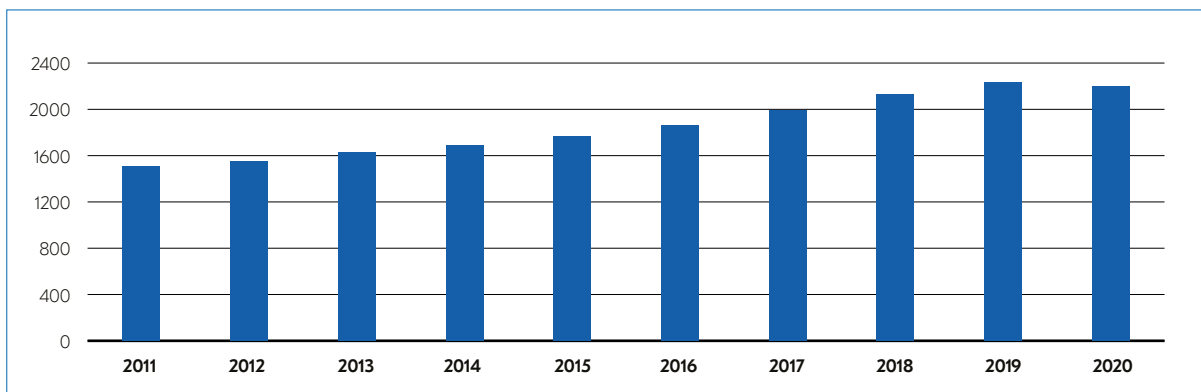
Säteilylaitteet ja laboratoriot

Kuvassa 5 on esitetty radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä kymmeneltä viime vuodelta teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytössä.



KUVA 5. Radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä teollisuudessa ja tutkimuksessa 2011–2020.

Kuvassa 6 on esitetty röntgenlaitteiden lukumäärä viimeisen kymmenen vuoden aikana.



KUVA 6. Röntgenlaitteiden lukumäärä teollisuudessa ja tutkimuksessa 2011–2020.

Liitteen 1 taulukossa 4 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylaitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärästä teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytössä vuoden 2020 lopussa.

Liitteen 1 taulukossa 5 on tietoja umpilähteissä käytettävistä radionuklideista.

Liitteen 1 taulukossa 6 esitetty sellaisten teollisuudessa ja tutkimuksessa käytössä olevien umpilähteiden lukumäärät, joiden ikä on suurempi tai yhtä suuri kuin 40 vuotta vuosina 2020–2023, ellei niitä poisteta käytöstä sitä ennen. Säteilylaissa on säädetty, että umpilähde on poistettava käytöstä viimeistään, kun 40 vuotta on kulunut sen vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta. Siirtymäaika päättyy 15.12.2023.

2.3 Turvallisuusluvan alaisen säteilytoiminnan toiminnanaikainen valvonta

Koronatilanteen huonontumisen seurauksena keväällä 2020 käyttöpaikoille tehtävät tarkastukset supistettiin minimiin. Käytännössä keväällä ja alkukesällä tehtiin vain yksittäisiä sädehoitokiihdyttimien käyttöönottotarkastuksia. Syksyn ja loppuvuoden aikana sädehoitotoiminnan valvonnassa tehtiin tarkastuksia käyttöpaikoille lähes normaaliajan tapaan, koronarajoitukset huomioiden. Muussa valvonnassa tehtiin syksyllä tarkastuksia käyttöpaikoille ja osin etätarkastuksia liittyen uusiin toimintoihin sekä osana aiemmin aloitettuja valvontaprojekteja.

Teollisuudessa ja tutkimuksessa käyttöpaikalle tehtäviä tarkastuksia tehtiin vain joitain alkuvuodesta. Lisäksi tehtiin muutama reaktiivinen tarkastus esimerkiksi orvon lähteen löytymisen jälkeen.

Terveydenhuolto, hammaslääketiede ja eläinlääketiede

Vuonna 2020 tehtiin yhteensä 90 terveydenhuollon ja yhdeksän eläinlääketieteen säteilyn käyttöä koskevaa tarkastusta. Tarkastuksissa annettiin toiminnanharjoittajille 10 korjausvaatimusta. Toiminnan tarkastuksilla keskityttiin aiempaa suurempiin kokonaisuuksiin, ja tarkastusten teemoina olivat uudistuneen säteilylainsäädännön vaatimusten noudattaminen sekä oikeutusarvioinnin edellytysten toteutuminen käytännön työssä.

Hammasröntgentoiminta

Hammasröntgentoimintaa harjoitti vuonna 2020 noin 1 300 toiminnanharjoittajaa.

Alkuvuonna tehdyissä hammasröntgentoiminnan tarkastuksissa painotettiin isompien toiminnanharjoittajien tarkastuksia laitetarkastusten sijaan. Pääosa tarkastuksilla havaituista puutteista liittyivät laadunvarmistukseen, laitteeseen, oheislaitteisiin tai tarvikkeisiin tai rekisteritietojen oikeellisuuteen.

Erityisesti hammasröntgentoiminnan osalta tuli vuoden aikana esiin useita tapauksia, joissa nimetty säteilyturvallisuusvastaava ei ollut enää käytettävissä tehtävässä, eikä STUKille ollut tehty hakemusta säteilyturvallisuusvastaavan vaihdoksesta ajallaan. Tällöin toimintaa harjoitetaan ilman nimettyä vastuuhenkilöä, mistä aiheutuu epäselvyyksiä ja selvittelytyötä.

Röntgentoiminta

STUK selvitti valtakunnallisesti radiologisten yksiköiden henkilöstöresurssien riittävyyttä, resurssivajauksen vaikutuksia toimintaan sekä säteilylain uudistuksen vaikutusta resurssien tarpeeseen vuonna 2019. STUK-B-sarjan raportti selvityksen tuloksista valmistui vuonna 2020.

Henkilöstöresurssissa todettiin vajausta erityisesti radiologien, mutta myös sairaalafyysikoiden ja röntgenhoitajien osalta. Resurssivajaus vaikutti selvityksen perusteella keskeisimmin potilastyöhön, hoitotakuun toteutumiseen ja laatutyöhön. Säteily- ja potilasturvallisuus nähtiin asioina, joihin resurssivajaus vaikutti vähiten. Säteilylain uudistus on lisännyt resurssien tarvetta radiologian yksiköissä säteilylain siirtymäkauden aikana, kun muutoksia toimintaan toteutetaan.

STUK selvitti uudistuneen säteilylainsäädännön vaatimusten noudattamista terveydenhuollon sekä eläinlääketieteen säteilyn käyttöön kohdistetulla valvontaprojektilla, joka päättyi vuoden 2020 lopussa. Projektissa tehtiin 47 tarkastusta 58:lla säteilyn käyttöpaikalla 11 eri sairaanhoitopiirin alueella. Uusia vaatimuksia noudatetaan tulosten perusteella hyvin. Erityisesti yliopisto-, keskus- ja aluesairaaloissa havaittiin vain vähän puutteita. Tarkasteltaessa kaikkia toiminnanharjoittajia kokonaisuutena eniten puutteita havaittiin säteilytoiminnan johtamisjärjestelmän ajantasaisuudessa. Tulosten perusteella terveydenhuollon toiminnanharjoittajat olivat suunnitelleet ja toteuttaneet säteilyturvallisuusasiantuntijan käytön vaatimukset aikaisempien lääketieteellisen fysiikan asiantuntijan käytön tapojen mukaisesti. Eläinröntgentoiminnassa asiantuntijan käytön toimintatavat olivat vielä vakiintumatta. Valtaosa toiminnanharjoittajista oli aloittanut turvallisuusarvioiden laatimisen ennen siirtymäajan umpeutumista, mutta työ oli vielä lähes puolelta vastaajista kesken tarkastusten aikana. Selvityksestä julkaistiin STUK-B-sarjan raportti tammikuussa 2021.

Osana terveydenhuollon säteilyn käytön valvontaa STUK selvitti vuosina 2019 ja 2020 eri käyttöpaikkojen röntgentutkimusten oikeutusarvioinnin edellytysten toteutumista, eli oikeutusarviointia tukevaa ohjeistusta ja toimintatapoja. Tarkastuksilla käytiin läpi myös tutkimusläheteiden teknistä laatua. Tarkastuksia tehtiin yhteensä 28 kappaletta ja tarkastusten yhteydessä käytiin läpi yhteensä 943 lähetettä röntgentutkimukseen. Tarkastuksilla saatujen tietojen perusteella voidaan todeta, että pääasiallisesti toiminnanharjoittajien ohjeet ja käytännöt mahdollistavat oikeutusarvioinnin toteuttamisen. Vastausten perusteella kaikilla käyttöpaikoilla edellytykset eivät kuitenkaan olleet kaikilta osin kunnossa. Eniten merkittäviä puutteita oli oikeutusarviointiin osallistuvien henkilöiden tehtävien ja vastuiden dokumentoinnissa. Esimerkiksi lääketieteellisestä altistuksesta vastuussa olevan lääkärin vastuuta ei ollut dokumentoitu eikä vastuussa oleva lääkäri ollut kaikissa tilanteissa selvillä. Tarkastusten yhteydessä läpikäydyt tutkimuslähteet olivat pääosin hyvän käytännön mukaisia, mutta myös huonolaatuisia läheteitä havaittiin: noin neljänneksestä läheteistä puuttui muun muassa kysymyksenasettelu tutkimuksen tekemiseksi.

STUK osallistui Euroopan radiologiyhdistyksen koordinoiman EUCLID-hankkeen tieteelliseen neuvostoon. Projektissa annettiin eurooppalaiset, indikaatioihin perustuvat vertailutasot yleisimpiin TT-tutkimuksiin ja radiologisiin toimenpiteisiin.

Röntgenlaitteiden laitetoimittajat ilmoittivat vuonna 2020 asennetut terveydenhuollon ja eläinlääketieteen röntgenlaitteet. Ilmoitusten yhteydessä tuli ilmi neljä röntgenlaitetta, joille ei ollut haettu turvallisuuslupaa ennen toiminnan aloittamista tai jonka käytöstä ei ollut ilmoitettu riittävän pian käyttöön ottamisen jälkeen. Lisäksi tuli esiin 44 hammasröntgenlaitetta, joille ei ollut haettu asianmukaista turvallisuuslupaa joko hallussapitoon tai käyttöönottoon. Kyseisille toiminnanharjoittajille annettiin kehoitus saattaa toiminta luvanmukaiseksi.

Isotooppilääketiede

Terveystieteiden isotooppiyksiköissä tehtiin kolme tarkastusta etätarkastuksina ja yksi tavanomainen käyttöpaikalle tehty tarkastus vuonna 2020. Tarkastuksissa keskityttiin selvittämään, miten ja missä avolähteitä käytetään yksiköissä ja kuinka yksiköiden toiminta täyttää uudet lainsäädännön vaatimukset. Lisäksi vuoden 2020 aikana järjestettiin kaksi isotooppilääketieteen verkkoseminaaria, joista ensimmäisessä käsiteltiin vuonna 2018 tehtyjen isotooppitutkimusten ja hoitojen lukumääriä ja tutkimuksista potilaille aiheutuneita säteilyaltistuksia, joista julkaistiin STUK-B-sarjan raportti. Toisessa verkkoseminaarissa käsiteltiin jätettä isotooppilääketieteen avolähdetoiminnassa. Näiden lisäksi potilaiden kotiuttamiskäytännöt ja mahdollinen kotiuttamisen jälkeen muodostuvan radioaktiivisen jätteen käsittely sekä aktiivisuusmittareiden kalibrointikäytännöt aiheuttivat paljon keskustelua isotooppilääketieteen toimijoiden ja valvojien kesken.

Sädehoito

Sädehoitoa annettiin kaikissa viidessä yliopistosairaalassa, seitsemässä keskussairaalassa sekä yhdellä yksityisklinikalla noin 16 700 potilaalle. STUK teki vuoden 2020 aikana seitsemän sädehoitolaitteen ja yhden TT-simulaattorin käyttöönottotarkastuksen sekä 36 määräaikaistarkastusta.

STUKin ja sairaaloiden väliset vertailumittaukset osoittivat sairaaloiden hoitoannoksen tarkkuuden olevan erittäin hyvä: mittaustulosten keskimääräinen ero oli kaikissa säteilykeiloissa pysynyt pienempänä kuin 0,4 %. Hoidon turvallisuutta vaarantavia annospoikkeamia ei vertailumittausten perusteella löytynyt.

Sädehoidon potilasannoksen tarkkuuden valvonnassa verrattiin annoslaskentajärjestelmän avulla laskettuja useamman kentän suunnitelmia vastaaviin mittaustuloksiin. Potilasannoksiin vaikuttavia annoslaskentajärjestelmien tarkastuksia tehtiin yli 500 sädehoitokeilalle. Sairaaloiden annossuunnitteluohjelmistojen laskentatarkkuutta sekä syöttötietojen oikeellisuutta voidaan pitää erittäin hyvänä. Yli 3 %:n poikkeamia ei havaittu lainkaan.

Valvonnan ohessa on tehty myös selvitystä sädehoidon lineaarikiihdyttimien potilasannoslaskennan tarkkuudesta pienissä fotonisäteilykentissä. Selvitys perustuu vuosien 2015–2019 määräaikais- ja käyttöönottotarkastusten yhteydessä tehtyihin 1 500 annosmittaukseen. Sairaalan annossuunnittelujärjestelmällä lasketun ja STUKin mittauksin määrittämän annoksen ero oli muutamia poikkeusta lukuun ottamatta ± 3 %:n sisällä. Selvityksestä julkaistiin STUK-B-sarjan raportti vuoden 2021 alussa.

Vuoden 2020 aikana jatkettiin boori-neutronihoitolaitteen määräaikaista turvallisuuslupaa asennukseen ja koekäyttöön vuoden 2022 loppuun. Koronan aiheuttamat matkustusrajoitukset ovat hieman viivästyttäneet laitteen asennusta. Laitteella tullaan antamaan vastaavia hoitoja, joita aiemmin annettiin Espoon Otaniemessä olleella FIR-1-reaktorilla. Säteilyn tuottoon ei kuitenkaan tarvita ydinreaktoria, vaan neutronit tuotetaan hiukkaskiihdyttimellä. Laitteella on suoritettu teknisiä käyttökokeita, ja siitä on mitattu säteilykeilan ominaisuuksia, joiden tarkka tuntemus on tarpeen, kun laitteella aloitetaan kliiniset potilaskokeet. Näiden alkaminen ajoittunee vuoden 2021 lopulle.

Teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käyttö

Teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytön valvonnassa tarkastuksia tehtiin vain muutamia. Toiminnanaikaiseen valvontaan kuului myös turvallisuusarvioiden käsittely, joka työllisti paljon.

Säteilyn käyttöpaikoilla tehtiin vuoden 2020 aikana neljä tarkastusta. Näiden lisäksi valvontaa tehtiin aiempaa enemmän kyselyin ja selvityspyynnöin. Jos toiminnanharjoittaja ei noudattanut hakemukselle tai ilmoitukselle säädettyjä aikarajoja, lähetettiin muistutus tai selvityspyyntö. Toiminnassa muuten havaittujen puutteiden perusteella lähetettiin yhteensä 92 kirjallista kehotusta.

STUK teki vuonna 2020 poliisille kaksi tutkintapyyntöä mahdollisesta säteilyrikkomuksesta. Mahdolliset rikkeet koskivat radioaktiivisen aineen luovuttamista toiminnanharjoittajalle, jolla ei ollut turvallisuuslupaa, sekä korkea-aktiivisen umpilähteen kuljettamista ilman turvallisuuslupaa.

Avolähteet ja radioaktiivisten jätteiden käsittely

Vuoden 2019 lopussa myönnettiin turvallisuuslupa VTT:n Espoossa sijaitsevien laboratoriotilojen käytöstä poistolle ja tästä syntyvien radioaktiivisten jätteiden käsittelyyn ja varastointiin. Lupa kattaa säteilylain 83 §:n mukaisesti tutkimusnäytteiden hävittämisen tai siirtämisen jatkokäyttöön, radioaktiivisten materiaalien, kontaminoituneiden laitteiden ja rakennusten poistamisen sekä radioaktiivisten jätteiden käsittelyn ja varastoinnin. Turvallisuuslupa tarkastettiin paikan päällä alkuvuonna 2020. Tarkastuksen pääpaino oli uuden säteilylain vaatimukset ja laadunvarmistuksen toimenpiteet.

Radioaktiivisten aineiden kuljetukset mukaan lukien korkea-aktiiviset umpilähteet

Korkea-aktiivisten umpilähteiden maantie- ja raidekuljetukset edellyttävät turvallisuusluvan. Vuoden 2020 aikana STUKille ei toimitettu hakemuksia uusista kuljetustoiminnan turvallisuusluvista. Luvanvaraisen kuljetuksen suorittajan on ilmoitettava STUKille jokaisesta kuljetuksesta erikseen ennen kuljetuksen suorittamista tai säteilylähteen saapumista Suomeen. STUK vastaanotti 83 ilmoitusta vuonna 2020.

Teollisuuden ja tutkimuksen omavalvontakysely

STUK lähetti joulukuussa 2020 omavalvontakyselyn 137 teollisuuden ja tutkimuksen toiminnanharjoittajalle. Kysely lähetettiin vielä 12 toiminnanharjoittajalle vuoden 2021 alkupuolella. Kyselyllä halutaan korostaa toiminnanharjoittajien omaa vastuuta toiminnastaan sekä valvoa riskiperusteisesti toiminnanharjoittajia, joilla on toiminnassaan säteilytyöntekijöitä ja jotka kuuluvat todennäköisesti työperäisen säteilyaltistuksen luokkaan 1 tai 2. Kyselyn avulla on tarkoitus selvittää, ovatko toiminnanharjoittajat ottaneet säteilylainsäädännön muutokset huomioon toiminnassaan. STUK kohdistaa valvontaa kyselyn vastausten perusteella tekemällä tarvittaessa lisäselvityksiä ja tarkastuksia. Kyselyn vastausten ja tarkastuksissa tehtyjen havaintojen perusteella laaditaan valvontaraportti.

Turvajärjestelyt

STUK keräsi projektina kaikki sellaiset teollisuuden- ja tutkimuksen suunnitelmat turvajärjestelyistä, joita ei ollut arkistoituna STUKissa. Suunnitelma turvajärjestelyistä koskee määräyksen STUK S/3/2018 mukaisesti turvajärjestelyjen tasoja A ja B. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että toiminnanharjoittajalla on käytössä korkea-aktiivisia umpilähteitä tai liikuteltavia verkkovirralla toimivia teollisuuskuvauksilaitteita.

Vuonna 2020 STUKille toimitettiin yhteensä 17 suunnitelmaa turvajärjestelyistä, näistä kuusi toimitettiin erillisestä pyynnöstä ja loput 11 saapuivat esimerkiksi lupa-asioinnin yhteydessä.

Määräyksen STUK S/3/2018 11 § asettaa vähittäisvaatimukset turvajärjestelysuunnitelman sisällöstä.

Kaikista teollisuuden ja tutkimuksen turvajärjestelysuunnitelmista

- 51 % on määräyksen mukaisia
- 28 %:a ei ole tarkastettu tai käsitelty nykyisen määräyksen voimaantulon jälkeen
- 21 % ei vastaa täysin määräyksiä.

Turvajärjestelysuunnitelmien ajantasaisuuteen kiinnitetään huomiota tulevilla tarkastuksilla ja lupa-asioiden yhteydessä.

Korkea-aktiiviset umpilähteet

Määräyksen STUK S/5/2019 22 §:n mukaan korkea-aktiivisten umpilähteiden käyttöä ja hallussapitoa koskevat vuosi-ilmoitukset tulee toimittaa STUKille kalenterivuotta seuraavan tammikuun loppuun mennessä. Kaikki vuoden 2020 ilmoitukset toimitettiin STUKille vuoden 2021 alussa. STUK vertasi tietoja luparekisteriin ja varmisti, että umpilähteiden tiedot täsmäsivät. Poikkeamia ei löydetty.

2.4 Säteilylähteiden valmistus, tuonti, ja vienti

Umpilähteiden toimitukset Suomeen ja Suomesta vuonna 2020 on esitetty liitteen 1 taulukossa 7 ja radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistusmäärät Suomessa vuonna 2020 taulukossa 8. Taulukoiden luvut perustuvat kauppaa, tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuusluvan haltijoilta saatuihin ilmoituksiin.

Taulukot eivät sisällä tietoja

- toiminnanharjoittajien omaan käyttöön muista EU-maista hankituista ja omasta käytöstä muihin EU-maihin toimitetuista radioaktiivisista aineista.
- radioaktiivisista aineista, jotka on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.
- umpilähteistä, joiden aktiivisuus on pienempi tai yhtä suuri kuin vapaaraja.
- amerikumia (Am-241) sisältävistä palovaroittimista ja paloilmoinjärjestelmien ioni-ilmaisimista. Niitä tuotiin maahan noin 27 200 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 900 MBq.

- Suomeen tuoduista, radioaktiivista ainetta sisältävistä lampuista ja sytyttimistä. Joissakin erikoislampuissa ja sytyttimissä käytetään pieniä määriä tritiumia (H-3), kryptonaa (Kr-85) tai toriumia (Th-232).
- Suomeen tuoduista ja Suomesta viedyistä avolähteistä. Aktiivisuudeltaan suurimmat määrät Suomeen tuotiin seuraavia avolähteitä: Mo-99, Lu-177, I-131, W-188, I-123, Br-82, Y-90, P-32, Tl-201, I-125 ja Sm-153.

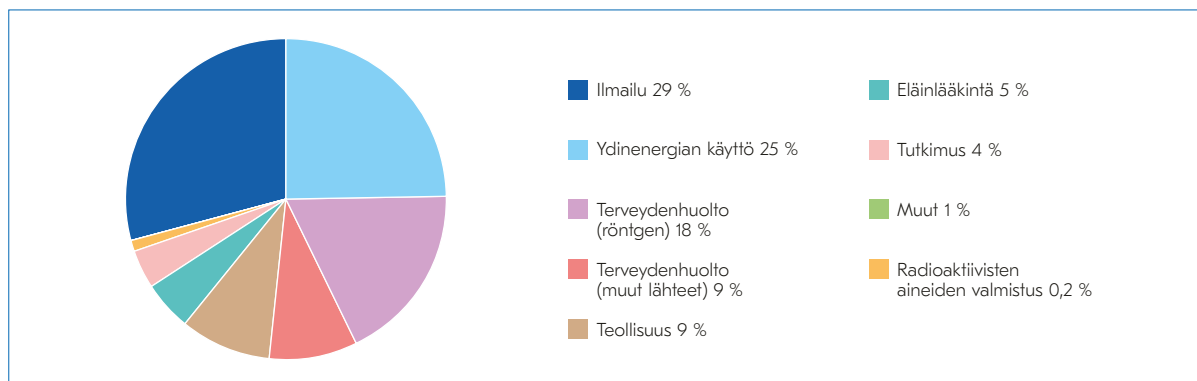
STUK sai vuoden 2021 alussa Suomessa toimivilta neljältäkymmeneltä teollisuuden ja tutkimuksen röntgenlaitteiden myyjältä ilmoituksen vuonna 2020 luovutetuista röntgenlaitteista ja niiden haltijoista. Luovutustietojen perusteella todettiin alustavasti, että kolmella toiminnanharjoittajalla ei ollut lupaa röntgenlaitteiden käyttöön tai hallussapitoon. Lisäksi todettiin, että noin kahdeksan luvanhaltijaa ei ollut ilmoittanut uusien röntgenlaitteiden hankinnoista STUKille ja neljä luvanhaltijaa ei ollut ilmoittanut röntgenlaitteiden vuokrauksista asianmukaisesti. STUK valvoi, että havaitut puutteet korjattiin ja että kaikkien edellä mainittujen laitteiden käyttöön haettiin turvallisuuslupaa tai ne lisättiin asianmukaisesti olemassa olevaan turvallisuuslupaan.

2.5 Työntekijöiden säteilyannokset

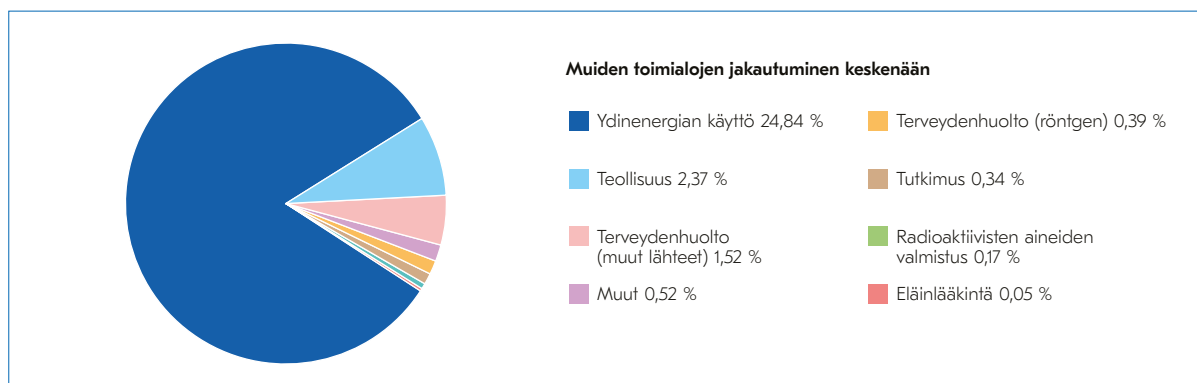
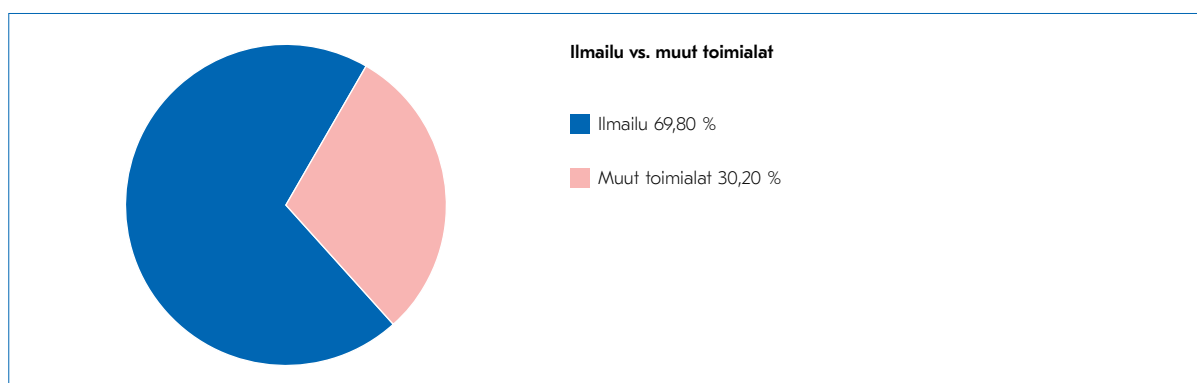
Henkilökohtaisessa annostarkkailussa oli vuonna 2020 yhteensä noin 14 700 työntekijää, ja näiden työntekijöiden tiedot kirjattiin STUKin ylläpitämään työntekijöiden annosrekisteriin. Työntekijät osallistuivat säteilyn käyttöön, ydinenergian käyttöön tai altistuivat työssään luonnonsäteilylle, joko radonille tai kosmiselle säteilylle (ilmailu). Työntekijöiden lukumäärät on esitetty kuvassa 7.

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei vuonna 2020 ylittänyt työntekijöiden vuosiannosrajaa 20 mSv. Myöskään iholle tai silmien mykiölle asetetut annosrajat eivät ylittyneet yhdenkään työntekijän kohdalla. Työntekijöiden kollektiivisten annosten jakautuminen eri toimialoille on esitetty kuvassa 8.

Liitteen 1 taulukossa 12 on esitetty säteilylle paljon altistuvien tai lukumääräisesti isojen työntekijäryhmien annostietoja vuodelta 2020.



KUVA 7. Henkilökohtaisessa annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät toimialoittain vuonna 2020. Kuvassa esitettyjen toimialojen lisäksi myös seuraavilla toimialoilla työskentelee muutamia annostarkkailussa olevia henkilöitä: palvelut, radon, asennus/huolto/tekninen koekäyttö ja kauppa/tuonti/vienti.



KUVA 8. Työntekijöiden kollektiivisten efektiivisten annosten jakautuminen eri toimialoille vuonna 2020. Kuvassa esitettyjen toimialojen lisäksi myös seuraavilla toimialoilla työskentelee muutamia annostarkkailussa olevia henkilöitä: palvelut, radon, asennus/huolto/tekninen koekäyttö ja kauppa/tuonti/vienti.

Säteilyn käyttö

Yleiset trendit annoksissa

Keskimääräiset työntekijöiden säteilyannokset olivat samaa suuruusluokkaa kuin aiempina vuosina. Laskevaa trendiä on havaittavissa terveydenhuollon röntgentoiminnassa ja eläinlääkinnässä, ja lisäksi muussa terveydenhuollossa ja teollisuudessa keskimääräiset annokset ovat pienentyneet hieman. Radioaktiivisten aineiden valmistuksen keskimääräisessä efektiivisessä annoksessa on suurta vaihtelua vuosittain ja annos on lähes puolittunut vuoteen 2019 verrattuna. Säteilyn käyttöön osallistuvien työntekijöiden kollektiivinen efektiivinen annos oli noin 0,30 mSv ja se pieneni edelliseen vuoteen verrattuna noin 10 %.

Työntekijöiden efektiivisten annosten keskiarvot toimialoittain olivat: terveydenhuolto (röntgentoiminta) 0,01 mSv, eläinlääkintä 0,004 mSv, terveydenhuolto (muut lähteet) 0,07 mSv, teollisuus 0,11 mSv, tutkimus 0,04 mSv ja radioaktiivisen aineiden valmistus 0,37 mSv. Efektiivisten annosten mediaanit ovat kaikilla toimialoilla lähes poikkeuksetta nolliä lukuun ottamatta radioaktiivisten aineiden valmistusta, jossa työntekijöiden efektiivisten annosten mediaani oli 0,2 mSv vuonna 2020. Tämä johtuu suuresta määrästä kirjauskynnyksen alittavia vuosiannoksia. Siksi on informatiivisempaa tarkastella mediaania kirjauskynnyksen ylittäneistä vuosiannoksista. Kirjauskynnyksen ylittäneet mediaanit olivat: terveydenhuolto (röntgentoiminta) 0,026 mSv, eläinlääkintä 0,018 mSv, terveydenhuolto (muut lähteet) 0,35 mSv, teollisuus 0,36 mSv, tutkimus 0,19 mSv ja radioaktiivisen aineiden valmistus 0,41 mSv.

Suurimmat annokset toimialoittain

Terveydenhuollon ja eläinlääketieteen röntgentoiminnassa annosmittarilla mitattu syväannos ei suoraan kuvaa efektiivistä annosta. Efektiivinen annos saadaan jakamalla mitattu annos kertoimella 10–60. Tilastoissa on käytetty kerrointa 30.

Terveydenhuollon röntgentoiminnassa neljä suurinta syväannosta (38,4 mSv, 19,5 mSv, 15,3 mSv ja 13,1 mSv) aiheutuivat toimenpideradiologeille. Viidenneksi suurin annos (10,1 mSv) aiheutui toimenpidekardiologille. Nämä syväannokset vastaavat noin 1,3 mSv:n, 0,8 mSv:n, 0,5 mSv:n ja 0,4 mSv:n ja 0,3 mSv:n efektiivisiä annoksia. Eläinlääketieteen röntgentoiminnassa kolme suurinta syväannosta kirjattiin kahdelle eläinlääkärille (4,5 mSv ja 3,9 mSv) sekä eläintenhoitajalle (4,3 mSv). Nämä syväannokset vastaavat noin 0,15 mSv:n efektiivisiä annoksia. Muilla toimialoilla syväannos on efektiivisen annoksen likiarvo. Terveydenhuollon toimialalla kolme suurinta syväannosta (4,0 mSv, 3,4 mSv ja 2,9 mSv), jotka aiheutuivat muista säteilylähteistä, kirjattiin useita eri säteilylähteitä käyttäville röntgenhoitajille.

Teollisuuden toimialalla suurimmat syväannokset (8,8 mSv, 5,4 mSv ja 4,9 mSv) aiheutuivat merkkiainekokeita tehneille henkilöille.

Tutkimuksen toimialalla suurimmalle syväannokselle (2,6 mSv) altistui avolähteitä käyttänyt tutkija. Toiseksi ja kolmanneksi suurimmat syväannokset (2,4 mSv ja 2,2 mSv) aiheutuivat avolähteitä käsittelevälle laborantille ja kiihdyttimestä aiheutuvalle säteilylle altistuneelle tutkijalle.

Radioaktiivisten aineiden valmistuksessa kaksi suurinta syväannosta (4,6 mSv ja 1,0 mSv) kohdistuivat nimikkeellä ”muu” toimivaan työntekijään ja radioisotooppien tuotannossa ja jakelussa toimivaan työntekijään.

Sormiannokset

Joissakin tehtävissä, esimerkiksi avolähteitä käsiteltäessä, työntekijät altistuvat säteilylle epätasaisesti. Tällöin esimerkiksi käsien annos voi olla huomattava, vaikka efektiivinen annos onkin melko pieni. Käsien, käsivarsien, jalkaterien ja nilkkojen ekvivalenttiannos ei saa säteilylain mukaan olla suurempi kuin 500 mSv vuodessa, ja työntekijät käyttävät sormiannosmittaria käsien annoksen tarkkailemiseksi. Yhdenkään työntekijän käsien annos ei vuonna 2020 ylittänyt vuosiannosrajaa. Kolme suurinta sormiannosta (167,7 mSv, 139,4 mSv ja 131,5 mSv) aiheutuivat avolähteitä käsittelevälle röntgenhoitajalle, laboratoriohoitajalle/bioanalyytikolle ja tutkijalle. Näiden kolmen lisäksi ainoastaan kahdella laboratoriohoitajalla/bioanalyytikolla, jotka käyttivät useita säteilylähteitä tai avolähteitä, vuosiannos ylitti arvon 100 mSv.

Käsien ihon kollektiiviannoksissa on havaittavissa laskevia trendejä viime vuosina terveydenhuollossa, tutkimuksessa ja radioaktiivisten aineiden valmistuksessa. Kaikilla aloilla sormiannosten summa on pienempi verrattuna vuoteen 2019. Käsien iholle aiheutuneiden annosten keskiarvot olivat terveydenhuollossa 9,3 mSv, teollisuudessa 0,9 mSv, tutkimuksessa 7,8 mSv ja radioaktiivisten aineiden valmistuksessa 4,9 mSv.

Suurimpia sormiannoksia tarkasteltaessa havaitaan selkeämpiä vaihteluita vuosittain. Terveydenhuollossa suurimmat sormiannokset ovat pysyneet aiempaan verrattuna selvästi matalampina vuodesta 2015 alkaen. Teollisuudessa suurimmat sormiannokset ovat pysyneet matalina vuosina 2016–2020 verrattuna vuosiin 2012–2015. Tutkimuksen alalla suurimmat sormiannokset ovat pysyneet edelliseen verrattuna matalammalla tasolla 2013–2020. Radioaktiivisten aineiden valmistuksessa suurimmat sormiannokset ovat pysyneet pitkään samalla tasolla.

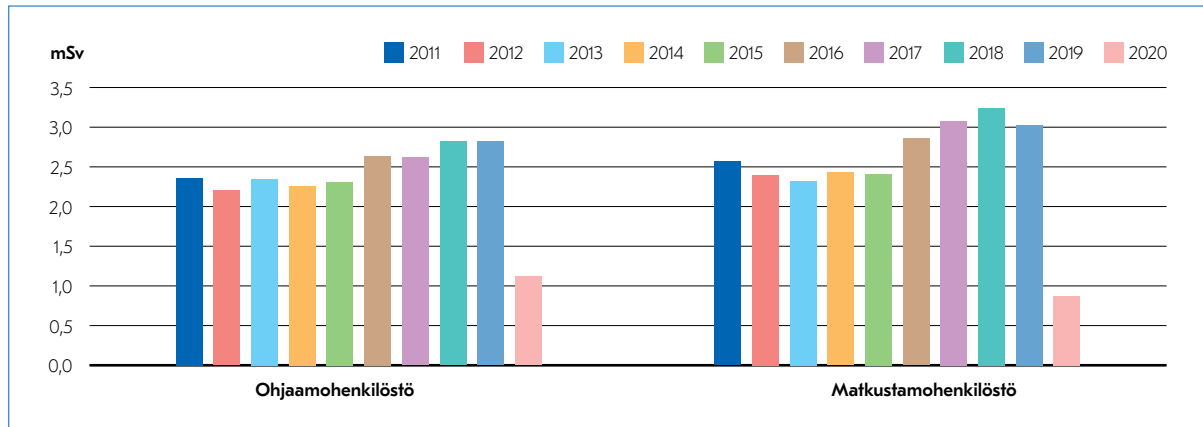
Ydinenergian käyttö

Työntekijöiden kollektiivinen annos ydinenergian käytössä oli noin 1,47 manSv vuonna 2020. Tämä annos oli 24,6 % suurempi kuin edellisenä vuonna. Ydinenergian käytössä kollektiivinen annos vaihtelee vuosittain huomattavasti ydinvoimalaitosten vuosihuoltojen pituuden ja laitoksissa tehtävien huoltotöiden mukaan. Suomen ydinvoimalaitoksilla säteilytyöstä aiheutunut suurin henkilökohtainen säteilyannos (11,7 mSv) vuonna 2020 oli eristetoita tekevällä työntekijällä. Yli 10 mSv:n annoksen saaneita työntekijöitä oli yhdeksän, joista kaikki tekivät pääasiassa eristetoita. Työntekijöiden syväannosten keskiarvo ydinenergian käytössä oli 0,4 mSv. Kaikkien työntekijöiden mediaaniannos oli 0,0 mSv ja kirjauskynnyksen ylittäneiden mediaaniannos oli 0,63 mSv.

Ilmailu

Vuodelta 2020 kirjattiin STUKin annosrekisteriin kolmen lentoyhtiön työntekijöiden annostiedot. Yhdenkään työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt 6 mSv:n annosrajoitusta. Suurin henkilökohtainen vuosiannos ohjaamohenkilöstöön kuuluvalla työntekijällä oli 4,17 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvalla työntekijällä 2,66 mSv. Ohjaamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden vuosiannosten keskiarvo oli 1,12 mSv ja mediaani 0,99 mSv.

Matkustamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden vuosiannosten keskiarvo oli 0,87 mSv ja mediaani 0,86 mSv. Lentohenkilöstön keskimääräiset annokset vuosina 2011–2020 on esitetty kuvassa 9.



KUVA 9. Lentohenkilöstön keskimääräiset annokset vuosina 2011–2020.

Edellisvuoteen verrattuna matkustamohenkilöstön kokonaismäärä pieneni 6,7 %:lla ja heille aiheutunut kollektiivinen annos väheni peräti 73,1 %. Vastaavasti ohjaamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden kokonaismäärä laski vain 1,3 %, mutta työntekijöille aiheutunut kollektiivinen annos pieneni kuitenkin 60,6 %. Ohjaamo- ja matkustajahenkilöstön kollektiivisten annosten huomattava pieneneminen vuonna 2020 verrattuna vuoteen 2019 on selitettävissä koronaviruspandemian aiheuttamalla romahduksella toteutuneiden lentojen määrissä. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden kollektiivinen annos on esitetty liitteen 1 taulukossa 9.

Muutokset 10 vuoden aikana

Henkilökohtaisessa annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden lukumäärät toimialoittain kymmenen viimeisen vuoden ajalta (2011–2020) esitetään liitteen 1 taulukossa 10.

Työntekijöiden kollektiiviset annokset toimialoittain esitetään kuvassa 1 (kohta 1.1) ja liitteen 1 taulukossa 11.

Radon työpaikoilla

Annosrekisterin kirjataan myös luonnonsäteilylle työssään altistuneiden työntekijöiden annostietoja.

Vuoden 2020 aikana ei velvoitettu yhtään uutta työpaikkaa määrittämään työntekijöiden säteilyannoksia. Yhden työpaikan annosten seuranta jatkui. Radonaltistuksen seurannassa oli vuoden 2020 aikana yhteensä neljä työntekijää, joiden annokset kirjattiin annosrekisteriin. Seurannassa olleiden työntekijöiden efektiivisten annosten keskiarvo oli 5,23 mSv ja mediaani 5,42 mSv. Suurin efektiivinen annos oli 6,61 mSv.

2.6 Hyväksyntäpäätökset ja kelpoisuuksien toteaminen

Säteilyturvallisuusvastaavan säteilysuojelukoulutusta antavat koulutusorganisaatiot

STUK hyväksyy säteilylain 46 §:n nojalla muiden koulutusorganisaatioiden kuin korkeakoulujen järjestämän säteilyturvallisuusvastaavan säteilysuojelukoulutuksen ja kuulustelut. Säteilyturvallisuusvastaavan säteilysuojelukoulutusta ja pätevyyskuulusteluja järjestävät koulutusorganisaatiot hakevat STUKilta hyväksyntää järjestää tätä koulutusta ja kuulusteluja.

Kahdelle säteilyturvallisuusvastaavan säteilysuojelukoulutusta ja kuulusteluja järjestävälle koulutusorganisaatiolle tehtiin vuonna 2020 hyväksyntäpäätös. Voimassa olevia hyväksyntäpäätöksiä oli vuoden 2020 lopussa yhteensä neljällä koulutusorganisaatiolla. Hyväksynnän saaneiden koulutusorganisaatioiden pieni lukumäärä vuonna 2020 johtuu lainsäädännön muutoksesta, jonka mukaan korkeakoulut eivät enää tarvitse koulutukselleen STUKin hyväksyntää. Hyväksynnän saaneet koulutusorganisaatiot esitetään STUKin verkkosivuilla.

Annosmittauspalveluiden ja -menetelmien hyväksyntäpäätökset

Vuoden 2020 aikana STUK hyväksyi uudelleen jo aiemmin hyväksynnän saaneen annosmittauspalvelun ja sen kolme annosmittausmenetelmää. Hyväksytyt menetelmät perustuvat sisäisestä säteilyaltistuksesta aiheutuvan efektiivisen annoksen ja kilpirauhasen ekvivalenttiansiannon määrittämiseen suorien HPGe-ilmausimella tehtyjen mittauksen perusteella sekä sisäisestä säteilyaltistuksesta aiheutuvan efektiivisen annoksen määrittämiseen virtsamittauksen perusteella. Lisäksi aiemmin hyväksytyille annosmittauspalvelulle hyväksyttiin osapäätöksenä yksi mittausmenetelmä, joka perustuu neutronisäteilystä aiheutuvan syväannoksen määrittämiseen termolistoimenetelmällä.

Radonmittauksen hyväksyntäpäätökset

STUK hyväksyy säteilylain 64 §:n nojalla radonmittaukset, jotka täyttävät säteilylain 59 §:ssä ja määräyksissä STUK S/6/2018 ja STUK S/3/2019 annetut vaatimukset.

Vuoden 2020 aikana tehtiin viisi radonmittausmenetelmän hyväksyntäpäätöstä. STUKin verkkosivuilla on luettelo organisaatioista, joiden mittausmenetelmät on hyväksytty, joiden radonmittalaitteet on asianmukaisesti kalibroitu ja jotka ovat antaneet luvan julkaista nimensä kyseisessä luettelossa.

Säteilyturvallisuusasiantuntijan kelpoisuuden toteamiset

Säteilyturvakeskukselle tuli yhteensä 25 hakemusta säteilyturvallisuusasiantuntijan (STA) kelpoisuuden toteamiseksi. Näiden lisäksi päätös tehtiin kahdeksaan vuoden 2019 puolella saapuneeseen hakemukseen. Hakemuksista kaksi koski osaamisaloja, joista toisen osalta Säteilyturvakeskus ei tee päätöstä ja joista toinen ei ole erillinen osaamisala. Hakemukset sisälsivät myös ne hakemukset, joista Säteilyturvaneuvottelukunta oli aiemmin tehnyt

päätöksen ja jotka hallinto-oikeus oli valituksen saatuaan toimittanut Säteilyturvakeskukselle uudelleen käsiteltäväksi. Hakijoista yhdeksän henkilöä sai oikeuden toimia STA:na teollisuuden ja tutkimuksen osaamisalalla ja kaksi henkilöä ydinenergian käytössä. Kuuden hakemuksen käsittely siirtyi vuoden 2021 puolelle.

2.7 Radioaktiiviset jätteet

STUK ylläpitää radioaktiivisten jätteiden kansallista pienjätevarastoa. Merkittävimpään varastossa olevien jätteiden määrä vuoden 2020 lopussa on esitetty liitteen 1 taulukossa 13. Vuoden 2020 aikana pienjätevarastoon ei toimitettu uusia jätteitä, tähän vaikutti osaltaan vallinnut koronatilanne. Osa jätteistä on loppusijoitettu TVO:n voimalaitosjätteen loppusäilytystilaan vuoden 2017 alusta alkaen. Pienjätteiden inventaarista on poistettu TVO:n loppusäilytystilaan sijoitettu jäte vuodesta 2019 lähtien. Loppusijoitustilaan sijoitetun jätteen raportoinnin osalta vastuu on TVO:lla.

2.8 Säteilyturvallisuuspoikkeamat

Säteilyturvallisuuspoikkeamat jaetaan joko viivytyksettä ilmoitettaviin tai kootusti vuosittain ilmoitettaviin. Säteilyturvallisuusmerkitykseltään suuremmat tapahtumat on ilmoitettava viivytyksettä, vähäisemmät tapahtumat voidaan ilmoittaa Säteilyturvakeskukselle kootusti vuosittain.

Suomessa sattuneiden viivytyksettä ilmoitettavien säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärät vuosina 2011–2020 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1) mukaan lukien ionisoimattoman säteilyn käytössä tapahtuneet säteilyturvallisuuspoikkeamat, joista kerrotaan tarkemmin kohdassa 4.7.

Viivytyksettä ilmoitettavat säteilyturvallisuuspoikkeamat

Säteilylain 130 §:n mukaan STUKille on viivytyksettä ilmoitettava

1. säteilyturvallisuuspoikkeamasta, joen seurauksena työntekijöiden tai väestön säteilyturvallisuus säteilynkäyttöpaikalla tai sen ympäristössä voi vaarantua
2. merkittävästä suunnittelematonta lääketieteellisestä altistuksesta
3. turvallisuuslupaa edellyttävän säteilylähteen katoamisesta, luvattomasta käytöstä ja hallussapidosta
4. radioaktiivisen aineen merkittävästä leviämisestä sisätilaan tai ympäristöön
5. muusta poikkeavasta havainnosta ja tiedosta, jolla voi olla olennaista merkitystä säteilyturvallisuuden kannalta.

Määräyksessä STUK S/2/2018 4 §:ssä annetaan tarkemmat kriteerit tapahtumista, joiden katsotaan olevan merkittävää suunnittelematonta lääketieteellistä altistusta, jotka pitää ilmoittaa STUKille viivytyksettä.

Vuonna 2020 sattui 51 ionisoivan säteilyn käyttöön liittyvää viivytyksettä ilmoitettavaa säteilyturvallisuuspoikkeamaa. Tapahtumista 24 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa, 21 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa, kuusi eläinlääketieteessä ja kaksi ionisoimattoman säteilyn käytössä

Kootusti ilmoitettavat säteilyturvallisuuspoikkeamat

Säteilylain 131 §:ssä säädetään, että toiminnanharjoittajan on ilmoitettava STUKille kootusti tiedot niistä muista säteilytoimintaan liittyvistä säteilyturvallisuuspoikkeamista, jotka eivät vaadi viivytyksettä ilmoittamista. Nämä säteilyturvallisuuspoikkeamat on ilmoitettava STUKille vuosittain viimeistään 1. päivänä helmikuuta.

Suunnittelematonta lääketieteellistä altistusta koskevaan ilmoitukseen on sisällyttävä määräyksen STUK S/2/2018 liitteen 1 taulukossa 1 esitetyt tiedot. Suunnittelematonta lääketieteellistä altistusta koskeva kootusti tehtävä ilmoitus eroaa viivytyksettä tehtävistä ilmoituksesta siten, että siinä ilmoitetaan vain kuhunkin tapahtumakategoriaan kuuluvien säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärä. Muiden turvallisuusmerkitykseltään vähäisempien säteilyturvallisuuspoikkeamien yhteenvetotietojen osalta ei ilmoituksen muotoa ole määritelty.

Viivytyksettä ilmoitettavat säteilyturvallisuuspoikkeamat terveydenhuollossa

Seuraavassa on esitetty säteilyturvallisuuspoikkeamia terveydenhuollon säteilyn käytössä ryhmiteltyinä säteilyn käytön mukaan. Tyypillisistä tai merkittävistä tapahtumista on esitetty esimerkkitapaus.

Röntgentoiminnan säteilyturvallisuuspoikkeamat

Terveydenhuollon röntgentoiminnassa viivytyksettä tehtyjä poikkeavien tapahtumien ilmoituksia oli 10 kappaletta, kun vuonna 2019 ilmoitettuja tapahtumia oli 11 kappaletta.

Kuudessa tapahtumassa potilaan saama ylimääräinen altistus oli vähintään 10 mSv. Kahdessa tapauksessa tapahtumaan liittyi työntekijöiden altistus.

Suurin yksittäinen altistus aiheutui TT:llä kuvatulle potilaalle, jolle aiheutui arviolta 20–30 mSv:n ylimääräinen efektiivinen säteilyannos. Kyseessä oli maksan kolmivaiheinen TT-tutkimus, joka oli tarkoitus kuvata poikkeavalla kuvausohjelmalla. Kuvauksen suoritti kaksi röntgenhoitajaa, jotka olivat vasta perehtymässä laitteelle. Tehdessään kuvausohjelmaan muutoksia hoitajat muuttivat epähuomiossa myös osan tutkimuksen kuvanlaadusta tyydyttävästä erinomaiseksi, jolloin myös sädeannos kasvoi. Suureen annokseen vaikutti myös potilaan iso koko ja epäoptimaalinen asettelu. TT-laite oli uusi ja sen käyttökoulutus oli vielä kesken. Lisäksi vajoitus röntgenhoitajien määrässä aiheutti kiirettä.

Esimerkkitapaus:

Työmiehet rakensivat TT-huoneen ulkopuolelle rakennustelinettä. Rakentamista varten tilan ikkunat oli peitetty vanerilla, jolloin myös ikkunasta näkyvä säteilyvaaramerkki peittyi. Puutteellisen tiedottamisen vuoksi hoitajat eivät tienneet, mitä tapahtui, eivätkä työmiehet tienneet varoa huoneen osin suojaamattomista ikkunoista tulevaa sironnutta säteilyä.

Tilanne huomattiin kahden päivän kuluttua, jolloin telineille meneminen kiellettiin, kunnes ikkunoiden säteilysuojausta oli vahvistettu. Kolme ulkopuolisen rakennusyrityksen työntekijää altistuivat kukin enintään 0,3 mSv efektiiviselle säteilyannokselle.

Isotooppiyksiköissä tapahtuneet poikkeavat tapahtumat

Terveysturvan isotooppiyksiköt ilmoittivat yhdeksän säteilyturvallisuuspoikkeamaa. Ilmoitusten määrä on lähes sama kuin vuonna 2019, jolloin niitä ilmoitettiin kahdeksan. Säteilyturvallisuuspoikkeamista viisi koski suunnittelematonta lääketieteellistä altistusta, kolme työntekijöiden altistusta ja yksi sikiön, eli väestön altistusta. Muutamissa säteilyturvallisuuspoikkeamissa altistuivat tarpeettomasti sekä potilas että työntekijä.

Suurin säteilyturvallisuuspoikkeamasta potilaalle aiheutunut ylimääräinen altistus oli 52 mSv, joka aiheutui laiterikon vuoksi epäonnistuneesta diagnostisesta I-131-tutkimuksesta. Isotooppilääketieteen säteilyturvallisuuspoikkeamista työntekijöille ja väestön edustajille aiheutuneet säteilyaltistukset olivat vuonna 2020 pieniä. Toiminnanharjoittajien tekemien arvioiden mukaan efektiiviset annokset olivat tapahtumaa kohden työntekijöille korkeintaan muutamia kymmeniä mikrosieverttejä.

Esimerkkitapaus 1:

Potilas oli saanut keskiviikkona 185 MBq:n annoksen I-131:tä diagnostista tutkimusta varten. Potilas piti kuvata perjantaina, mutta kuvauslaitteen kovalevy ja kollimaattorinvaihtajan ilmaisin olivat hajonneet torstain ja perjantain välisenä yönä. Kuvauslaitteen korjaaminen perjantaina ei onnistunut, koska laitevalmistaja pystyi toimittamaan varaosia vasta seuraavaksi päiväksi. Klinikalla ei ollut varalaitetta I-131-kuvauksia varten, joten tutkimus jouduttiin uusimaan myöhemmin. Radioaktiivisesta lääkeaineesta aiheutui potilaalle 52 mSv:n säteilyaltistus. Vastaavien tapahtumien ehkäisemiseksi tehdään suunnitelma potilaan lähettämiseksi kuvattavaksi toiseen sairaalaan. Tapahtuman sattuminen voitaisiin myös estää varakuvauslaitteen avulla.

Esimerkkitapaus 2:

Muistisairaalle potilaalle oli annettu perjantaina I-131-radiojodihoito kilpirauhasen liikatoimintaan. Annettu aktiivisuus oli 377 MBq. Seuraavan viikon torstaina potilaan tila heikkeni ja hänet vietiin päivystykseen ambulanssilla. Potilasta haettaessa paikalla oli potilaan ystävä. Hän oli kertonut, että potilas oli saanut jonkin hoidon, mutta ei osannut kertoa siitä tarkemmin. Ambulanssikuljetuksen aikana potilasta hoiti ensihoitaja, joka oli raskaana. Ensihoitaja oli 30–45 minuuttia kestäneen kuljetuksen aikana pääasiallisesti 1–1,5 m etäisyydellä. Sairaalassa annosnopeus potilaasta mitattiin ja sairaalafyysikko arvio sikiön saaneen noin 6 μ Sv:n altistuksen. Sairaala selvittää, voidaanko ohjeistusta muuttamalla ehkäistä vastaan kaltaisia säteilyturvallisuuspoikkeamia.

Esimerkkitapaus 3:

Potilas oli tullut saamaan neljännen Ra-223 Xofigo -hoitokerran. Röntgenhoitaja oli vetänyt ruiskuun 5 ml radiolääkettä ja mitannut ruiskun radiofarmasiahuoneen aktiivisuusmittarilla. Aktiivisuusmittarin mukaan ruiskussa oli aktiivisuutta 3,9 MBq, joka

oli tavoiteltu aktiivisuus. Ruiskussa olevan radiolääkkeen tilavuus oli kuitenkin suurempi kuin radiolääkevalmisteen aktiivisuuspitoisuuden mukaan olisi pitänyt olla. Nimellisen aktiivisuuspitoisuuden kautta laskettu tilavuus oli 4,2 ml. Röntgenhoitaja mittasi ruiskun vielä toisella aktiivisuusmittarilla, mutta sai sillä tulokseksi saman aktiivisuuden. Röntgenhoitaja keskusteli asiasta sairaalafyysikon kanssa, hoitoannos päätettiin kuitenkin antaa potilaalle. Hoidon antamisen jälkeen tehdyissä selvityksissä havaittiin, että aktiivisuusmittareita ohjaava IBC-ohjelmisto käytti kummallekin aktiivisuusmittarille samaa säätöarvoa. Säätöarvo oli jossain vaiheessa muuttunut Ra-223:lle asetetusta arvosta 600 vanhaan arvoon 656. Tapahtuman seurauksena potilas sai yhdellä hoitokerralla noin 19 % ylimääräistä annosta. Potilaan ei havaittu saaneen tapahtumasta terveydellistä haittaa. Vastaavien tapahtumien estämiseksi aktiivisuusmittareiden säätöarvot tarkastetaan ohjelmisto- ja laitepäivityksien jälkeen. Myös kalibrointien tekemiseen kiinnitetään huomiota. Hoitotoimenpiteen aikana aktiivisuus tarkastetaan kolmannella mittarilla, joka ei ole kytketty IBC-ohjelmistoon.

Sädehoidon säteilyturvallisuuspoikkeamat

Sädehoitoyksiköt tekivät kaksi vuotta 2020 koskevaa viivytyksettä ilmoitettavaa säteilyturvallisuuspoikkeaman ilmoitusta. Ensimmäisessä tapauksessa oli gynekologisen hoidon tykösädehoidossa säteilylähde päässyt liikkumaan hoitokohteeseen nähden ja toisessa kiihdyttimen kohtio oli vaurioitunut.

Kootusti ilmoitetut säteilyturvallisuuspoikkeamat terveydenhuollossa ja eläinlääketieteessä

Yhteensä 92 tahoa eli luvanhaltijaa tai toiminnanharjoittajaa teki STUKille ilmoituksen 1 541:sta vähäisemmästä terveydenhuollon tai eläinlääketieteen säteilyturvallisuuspoikkeamasta tai läheltä piti -tilanteesta vuonna 2020. Ilmoittajien määrä kasvoi hieman edellisvuodesta, mutta tapausmäärät pysyivät suunnilleen ennallaan.

Röntgen- ja hammasröntgentoiminnassa ilmoitus saatiin 66 taholta, jotka ilmoittivat 987 tapahtumaa sekä 432 läheltä piti -tilannetta. Lisäksi ilmoitettiin kahdeksan työperäiseen altistukseen liittyvää poikkeamaa tai läheltä piti -tilannetta. Kahdeksan luvanhaltijaa ilmoitti lisäksi, että heillä ei ole edellisen vuoden aikana tapahtunut säteilyturvallisuuspoikkeamia.

Isotooppilääketieteessä ilmoitus saatiin 15 turvallisuusluvan osalta ja tapahtumia raportoitui yhteensä 104 kappaletta. Yksi toiminnanharjoittaja ilmoitti samalla lomakkeella sädehoidon ja isotooppilääketieteen toimintaan liittyvistä säteilyturvallisuuspoikkeamista. Tapahtumista ei voida jälkikäteen päätellä, että kumpaan toimintaan tapahtumat liittyvät, joten nämä 16 tapahtumaa on laskettu osaksi isotooppilääketieteen tapahtumia.

Terveydenhuollon kootusti ilmoitetut säteilyturvallisuuspoikkeamat lääketieteellisen altistuksen osalta jakautuivat yhdeksän ennalta kuvatun kategorian sekä niiden alakategorioiden lisäksi säteilyturvallisuusmerkitykseltään vähäisiin muihin tapahtumiin ja läheltä piti -tapahtumiin. Osasta tapahtumista ilmoitettiin myös lisätietoja. Röntgentoiminnassa puolet kootusti ilmoitetuista säteilyturvallisuuspoikkeamista oli erilaisista syistä epäonnistuneita tutkimuksia tai toimenpiteitä. Väärän potilaan kuvauksia oli

31 tapausta. Tukihenkilön ylimääräisistä altistuksista, joita ilmoitettiin yhteensä yhdeksän, valtaosa raportoitiin hammasröntgentoiminnassa.

Terveystieteiden röntgentoiminnan ja isotooppilääketieteen toiminnassa ilmoitettujen tapahtumien jakautuminen määräyksen STUK S/2/2018 liitteen 1 mukaisiin kategorioihin on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

Eläinlääketieteen säteilyturvallisuuspoikkeamat

Eläinlääketiedettä koskevia ilmoituksia teki yhteensä yhdeksän luvanhaltijaa. Ilmoituksia tehtiin kuudesta säteilyturvallisuuspoikkeamasta sekä lisäksi kootuilla ilmoituksilla 10 muusta säteilyturvallisuuspoikkeamasta. Valtaosa ilmoituksista koski sormien tai käden olemista säteilykeilassa kuvauksen aikana. Kahdessa tapauksessa työntekijä oli erehdyksessä mennyt TT-kuvaushuoneeseen laitteen kalibroinnin aikana. Yhdessä tapauksessa aiheutui enintään 10 µSv:n efektiivinen säteilyannos ja toisessa tapauksessa, jossa työntekijä oli raskaana, selvästi vähemmän.

TAULUKKO 1. Terveystieteiden tutkimuskeskusten kootusti ilmoitetut säteilyturvallisuuspoikkeamat lääketieteellisistä altistuksista.

Säteilyturvallisuuspoikkeaman tyyppi	Syy ja säteilyturvallisuuspoikkeamaan myötävaikuttanut tekijä	Säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärä vuodessa
Lähete tehty väärälle henkilölle, minkä seurauksena väärä henkilö on altistunut säteilylle	Inhimillinen virhe	11
	Muu syy	1
Lähetteessä väärä tutkimus, toimenpide tai anatominen kohde, mikä on johtanut virheelliseen tutkimukseen tai toimenpiteeseen	Inhimillinen virhe	50
	Muu syy	13
Tutkimus tai toimenpide tehty väärälle henkilölle	Potilaan henkilöllisyyttä ei varmistettu luotettavalla menetelmällä ennen tutkimusta tai toimenpidettä	16
	Muu syy	3
Tehty väärä tutkimus, toimenpide tai kuvattu väärä anatominen kohde	Inhimillinen virhe	124
	Muu syy	40
Epäonnistunut tutkimus tai toimenpide (muu kuin radioaktiivisen lääkkeen tai varjoaineen injektio) tai näihin liittyvä ylimääräinen altistus	Virheelliset tai puutteelliset toimintaohjeet	19
	Inhimillinen virhe	230
	Yksittäinen laite- tai järjestelmävika	107
	Systemaattinen laite- tai järjestelmävika	12
	Muu syy	137
Radioaktiivisen lääkkeen tai varjoaineen injektio epäonnistunut	Inhimillinen virhe	25
	Laitteen tai välineen tekninen vika	17
	Muu syy	95
Tarpeettomasti toistettu tutkimus	Ei tietoa aiemmin tehdystä vastaavasta tutkimuksesta tai aiemmin tehdyn tutkimuksen tulokset eivät käytettävissä	21
	Muu syy	30

Säteilyturvallisuuspoikkeaman tyyppi	Syy ja säteilyturvallisuuspoikkeamaan myötävaikuttanut tekijä	Säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärä vuodessa
Tarkoitukseton sikiön altistuminen	Raskaus niin alkuvaiheessa, että sitä ei voitu todentaa	2
	Raskauden mahdollisuutta ei selvitetty luotettavalla menetelmällä ennen toimenpidettä tai tutkimusta	1
	Muu syy	0
Tukihenkilön ylimääräinen altistus	Inhimillinen virhe	0
	Virheelliset tai puutteelliset toimintaohjeet tai ohjeiden noudattamatta jättäminen	1
	Muu syy	8
Läheltä piti -tilanne, joka on aiheutunut samasta syystä useammin kuin kerran	Virhe toiminnassa	329
	Virhe järjestelmässä tai laitteessa	25
	Muu syy	78
Muu lääketieteelliseen altistukseen liittyvä säteilyturvallisuuspoikkeama	Muu syy	24

TAULUKKO 2. Isotooppilääketieteen kootusti ilmoitetut säteilyturvallisuuspoikkeamat lääketieteellisistä altistuksista.

Säteilyturvallisuuspoikkeaman tyyppi	Syy ja säteilyturvallisuuspoikkeamaan myötävaikuttanut tekijä	Säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärä vuodessa
Lähetetehty väärälle henkilölle, minkä seurauksena väärä henkilö on altistunut säteilylle	Inhimillinen virhe	0
	Muu syy	0
Lähetetehty väärä tutkimus, toimenpide tai anatominen kohde, mikä on johtanut virheelliseen tutkimukseen tai toimenpiteeseen	Inhimillinen virhe	1
	Muu syy	0
Tutkimus tai toimenpide tehty väärälle henkilölle	Potilaan henkilöllisyyttä ei varmistettu luotettavalla menetelmällä ennen tutkimusta tai toimenpidettä	0
	Muu syy	1
Tehty väärä tutkimus, toimenpide tai kuvattu väärä anatominen kohde	Inhimillinen virhe	4
	Muu syy	2
Epäonnistunut tutkimus tai toimenpide (muu kuin radioaktiivisen lääkkeen tai varjoaineen injektio) tai näihin liittyvä ylimääräinen altistus	Virheelliset tai puutteelliset toimintaohjeet	2
	Inhimillinen virhe	16
	Yksittäinen laite- tai järjestelmävika	14
	Systemaattinen laite- tai järjestelmävika	0
	Muu syy	5
Radioaktiivisen lääkkeen tai varjoaineen injektio epäonnistunut	Inhimillinen virhe	9
	Laitteen tai välineen tekninen vika	8
	Muu syy	4
Tarpeettomasti toistettu tutkimus	Ei tietoa aiemmin tehdystä vastaavasta tutkimuksesta tai aiemmin tehdyn tutkimuksen tulokset eivät käytettävissä	0
	Muu syy	0

Säteilyturvallisuuspoikkeaman tyyppi	Syy ja säteilyturvallisuuspoikkeamaan myötävaikuttanut tekijä	Säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärä vuodessa
Tarkoitukseton sikiön altistuminen	Raskaus niin alkuvaiheessa, että sitä ei voitu todentaa	0
	Raskauden mahdollisuutta ei selvitetty luotettavalla menetelmällä ennen toimenpidettä tai tutkimusta	0
	Muu syy	0
Tukihenkilön ylimääräinen altistus	Inhimillinen virhe	0
	Virheelliset tai puutteelliset toimintaohjeet tai ohjeiden noudattamatta jättäminen	0
	Muu syy	0
Läheltä piti -tilanne, joka on aiheutunut samasta syystä useammin kuin kerran	Virhe toiminnassa	7
	Virhe järjestelmässä tai laitteessa	19
	Muu syy	1
Muu lääketieteelliseen altistukseen liittyvä säteilyturvallisuuspoikkeama	Muu syy	12

Viivytyksettä ilmoitettavat säteilyturvallisuuspoikkeamat teollisuudessa ja tutkimuksessa

STUKille raportoitiin vuonna 2020 yhteensä 24 viivytyksettä tehtyä ilmoitusta säteilyturvallisuuspoikkeamista, jotka koskivat säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa. Tapahtumat liittyivät esimerkiksi umpi- ja avolähteiden käyttöön, radioaktiivisten aineiden kuljettamiseen sekä säteilylähteiden löytymiseen metallinkierrätysprosessissa tai muuten.

Säteilyn käyttö teollisuudessa

STUKille raportoitiin säteilyn käyttöön teollisuudessa liittyviä säteilyturvallisuuspoikkeamia kymmenen kappaletta. Kolmessa tapauksessa umpilähteen läheisyydessä oli työskennelty sulkimen ollessa auki. Kahdessa tapauksessa umpilähteestä oli vuotanut ulos radioaktiivista Kr-85-kaasua. Yhdessä tapauksessa röntgenputki katosi lähetyksen mukana matkalla Ruotsiin. Niin ikään yhdessä tapauksessa toiminnanharjoittajan liiketiloista varastettiin kolme röntgenlaitetta, joita käytetään putkisto- ja materiaalikuvauksiin. Loput tapaukset liittyivät puutteisiin umpilähteiden varastoinnissa ja toiminnanharjoittamispaikassa syttyneeseen tulipaloon.

Esimerkkitapaus 1:

Hihnakuljettimella, jossa oli käytössä säteilylähteen sisältämä hihnavaaka, syttyi tulipalo. Palo kesti lyhyen aikaa. Sammutusjärjestelmät rajasivat palon nopeasti ja palokunta sammutti palon lopullisesti. Säteilylähteen suojuksen suljin toimi ja se saatiin käännettyä kiinni. Ennen raivaustöiden aloittamista kohteesta otettiin pyyhintänäyte, joka todettiin puhtaaksi.

Esimerkkitapaus 2:

Ennen suunniteltua tehdasseisokkia säteilylähteen ympärillä tehtiin purkutöitä, joiden aikana säteilylähteen suljin oli auki. Purkutyö tapahtui säteilylähteen keilaan nähden säteilylähteen takaa. Näin ollen ylimääräistä altistusta ei syntynyt. Purkutyö olisi pitänyt jättää suunnitellun seisokin alkuun, jolloin säteilijä olisi saatu suljettua, irrotettua ja kuljetettua pois ennen töiden aloittamista.

Esimerkkitapaus 3:

Muuttosiiivouksen yhteydessä toiminnanharjoittajan kellaritiloista löytyi vanha Troxler-mittalaite, joka sisälsi kaksi umpilähdettä. Laite oli asianmukaisesti pakattu ja siinä oli säteilyvaaramerkit. Laite oli siinä olevien merkintöjen perusteella toiminnanharjoittajan vuosia aikaisemmin ostaman yrityksen omaisuutta. Kellaria ei ollut vuosiin käytetty, joten laitetta ei ollut aikaisemmin löydetty. Troxler-laite hävitettiin asianmukaisella tavalla tarpeettomana.

Teollisuusradiografia

STUKille ei raportoitu vuonna 2020 lainkaan teollisuusradiografiaan liittyviä säteilyturvallisuuspoikkeamia.

Avolähteiden käyttö ja radioaktiiviset jätteet

STUKille raportoitiin yksi säteilyturvallisuuspoikkeama radioaktiivisen liuoksen roiskumisesta avolähteiden käytössä ja yksi radioaktiivisiin jätteisiin liittyvä säteilyturvallisuuspoikkeama.

Esimerkkitapaus:

Vartijat ilmoittivat illalla, että rakennuksen sisäpihalla on poikkeavia säteilytasoja. Korkeimmillaan annosnopeus oli noin 20 $\mu\text{Sv/h}$. Vartijoita pyydettiin tarkkailemaan, ettei alueella oleskele ihmisiä. Aamulla tilannetta selviteltiin tarkemmin ja todettiin, että pihalla erään huoneen pariovien edessä vasemmanpuoleisen oven kohdalla annosnopeus oli korkeimmillaan noin 20 $\mu\text{Sv/h}$. Annosnopeus laski muutaman metrin päässä alle 1 $\mu\text{Sv/h}$. Havaittiin, että säteilysuojaovi oli auki. Oven suulla annosnopeus oli noin 600 $\mu\text{Sv/h}$. Ovi oli aiemminkin ollut pysyväisluonteisesti auki ja tällöin ei ulkopuolella ollut havaittu merkittävästi kohonneita säteilytasoja. Syynä nyt nousseeseen säteilytasoon olivat muuttuneet säteilytasot huoneessa. Oven taakse oli varastoitu radioaktiivisia jättepakkauksia. Välittömänä toimenpiteenä ovi suljettiin ja todettiin ulkona tehdyllä mittauksella, että säteilytaso laski taustasäteilyn tasolle.

Radioaktiivisten aineiden kuljetus

Vuonna 2020 STUKille raportoiduista säteilyturvallisuuspoikkeamista kaksi liittyi radioaktiivisten aineiden kuljetuksiin. Ensimmäisessä tapauksessa radioaktiivisen aineen kuljetuspakkaus luovutettiin kuljetuksen päätteeksi väärään paikkaan. Toisessa tapauksessa rahtiterminaalissa trukin piikki osui yhteen radioaktiivisen aineen kuljetuspakkaukseen, jolloin uloimman pakkauskerroksen pahviin tuli reikä. Pahvilaatikon sisällä ollut primääripakkaus säilyi täysin vahingoittumattomana ja lähetys toimitettiin vastaanottajalle.

Löytyneet säteilylähteet

STUKille vuonna 2020 raportoiduista säteilyturvallisuuspoikkeamista kymmenen liittyi löytyneisiin säteilylähteisiin tai säteileviin kuormiin metallinkierrätysprosessissa. Viidessä tapauksessa lähteitä sulatettiin teräksen valmistusprosessissa. Neljässä tapauksessa romukuormasta löytyi säteilylähteitä. Yhdessä tapauksessa kierrätysasemalta löytyi kaksi esinettä, joissa toisessa oli säteilyvaaramerkki ja merkintä laitteen omistajasta. Laitteiden tuojasta kierrätysasemalle ei saatu tarkempaa tietoa. STUK oli yhteydessä laitteen tunnistumerkintöjen perusteella niiden omistajaan, joka haki esineet pois kierrätysasemalta.

Esimerkkitapaus 1:

Yritykselle tuli kontissa purkutyömailta peräisin olevaa romumetallia. Yrityksellä oli käytettävissä tulevan tavarantoimituksen säteilymittausportit, joilla havaittiin kohonnut säteilytaso kontissa. Mittaustulosta varmennettiin käsikäyttöisellä säteilymittarilla, jolla voitiin tunnistaa radioaktiivinen nuklidi Cs-137. STUKin tarkastaja meni paikalle

ja kävi kuorman läpi yhdessä yrityksen työntekijöiden kanssa. Kuormasta löytyi Cs-137-nuklidia sisältävä säteilylähde, jonka STUKin tarkastaja otti haltuun ja toi pois paikalta. Tapahtumapaikka sijaitsi Uudenmaan ulkopuolella ja vallinneesta koronatilanteesta johtuva Uudenmaan sulku oli juuri alkamassa. Tämä vuoksi oli varauduttu tarvittaviin järjestelyihin paluumatkan sujumisen varmistamiseksi.

Esimerkkitapaus 2:

Terästehtaalla joutui sulatukseen useita radioaktiivisia lähteitä. Neljässä tapauksessa sulatettiin Am-241-lähde ja yhdessä tapauksessa Ba-133-lähde. Näiden sulatuksien lisäksi vuonna 2019 tapahtui yksi Am-241-lähteen sulatus.

Edellä mainittuja säteilylähteitä on erittäin vaikea havaita mittaamalla kierrätysmetallin joukosta, sillä niiden lähettämä gammasäteilyn energia on niin pieni, että ympärillä oleva kierrätysmetalli vaimentaa säteilyn tehokkaasti. Tehtaalla käytössä olevien erittäin tarkkojen mittalaitteiden avulla lähteiden sulaminen on kuitenkin voitu havaita siinä vaiheessa, kun kierrätysmetalli on sulatettu.

Sulatukseen joutuneet säteilylähteet olivat peräisin eri romueristä, jotka tulivat Suomeen Alankomaista, Saksasta, Puolasta ja Isosta-Britanniasta. Kyseisiin paikkoihin saapuu romumetallia ympäri maailmaa, joten säteilylähteiden todellisesta alkuperästä ei ole tietoa.

STUK teki vuoden 2019 ja 2020 tapauksista ilmoituksen myös IAEA:lle. STUKin arvion mukaan kyseessä on poikkeuksellinen turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma tapausten toistuvuuden vuoksi, eli se kuuluu luokkaan yksi kansainvälisellä ydinlaitos- ja säteilytapahtumien INES-asteikolla.

Kootusti ilmoitettavat säteilyturvallisuuspoikkeamat teollisuudessa ja tutkimuksessa

Vuoden 2020 osalta teollisuuden ja tutkimuksen toiminnanharjoittajat lähettivät STUKille yhteensä viisi ilmoitusta kootusti ilmoitettavista säteilyturvallisuuspoikkeamista. Lisäksi STUKille lähetettiin yksi ilmoitus, jossa todettiin, että vuoden 2020 aikana ei sattunut säteilyturvallisuuspoikkeamia. Erilaisia poikkeamia sisältäneet ilmoitukset tulivat toiminnanharjoittajilta, joiden toiminta pitää sisällään laajamittaista avolähteiden käyttöä. Lähetetyissä ilmoituksissa oli listattuna yhteensä noin 57 pienempää poikkeamaa, joista suurin osa liittyi pienimuotoisiin kontaminaatiotapauksiin, joista ei ole ollut tarvetta ilmoittaa STUKille viivytyksettä. Osa poikkeamista liittyi muun muassa erilaisten laitteiden tai järjestelmien toimintahäiriöihin. Ilmoituksissa raportoitiin myös tapauksia, joissa oli tehty säteilyturvallisuuteen liittyviä havaintoja, mutta mitään säteilyturvallisuuspoikkeamaa ei kuitenkaan ollut tapahtunut. STUK kysyi lisätietoja muutamista yksittäisistä tapauksista, mutta suurempiin jatkotoimiin ei ollut tarvetta ryhtyä.

3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

Tässä kappaleessa kuvataan maaperästä peräisin olevaan luonnonsäteilyyn ja kosmiseen säteilyyn liittyvien toimintojen valvontaa.

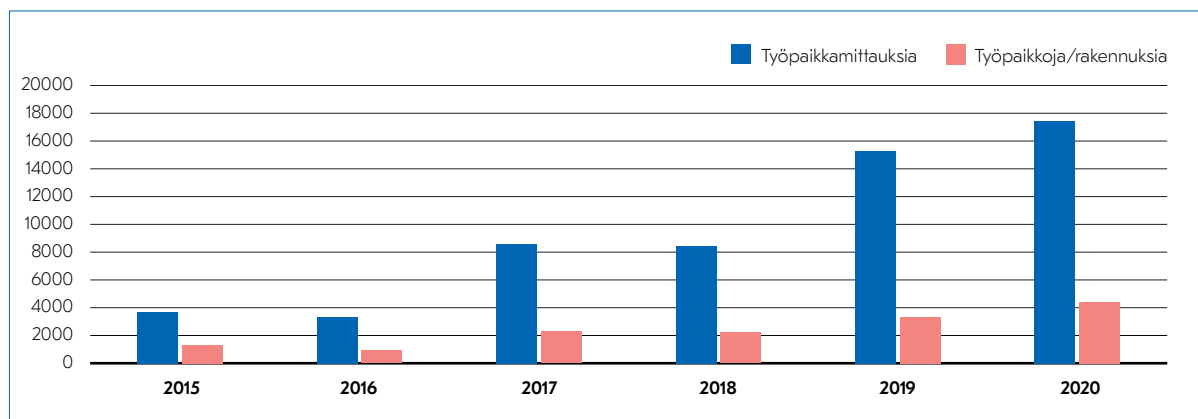
3.1 Radon tavanomaisilla työpaikoilla

Viime vuosina yhä enemmän uusien työpaikkojen radontietoja on ilmoitettu kansalliseen radontietokantaan. Työpaikkakohteita oli radontietokannassa vuoden 2020 lopussa lähes 15 000. Tavoitteeksi on asetettu, että kansalliseen radontietokantaan kirjataan vuosittain yli 1 200 uuden työpaikan radonpitoisuudet. Tavoite on ylitetty yli 3,5-kertaisesti. Radontietokannassa on noin 4 400 työpaikkaa, joissa on tehty yli 17 000 radonmittausta vuoden 2020 aikana.

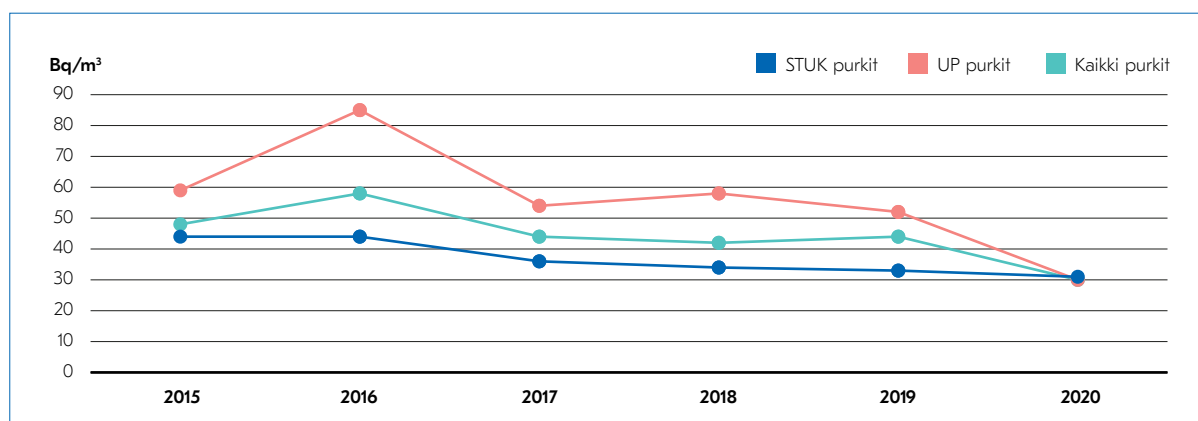
Vuonna 2020 mitatuista tavanomaisista työpaikoista noin 13 %:ssa radonpitoisuudet olivat suurempia kuin viitearvo 300 Bq/m³. Radontietokannassa olevien tavanomaisten työpaikkojen radonpitoisuuksien mediaani laski viime vuosista. Muiden toimijoiden purkeilla tehtyjen mittauksien radonpitoisuudet olivat samalla tasolla kuin STUKin purkeilla mitatut pitoisuudet. Tämä johtunee siitä, että viime aikoina yhä enemmän myös viitearvoa pienempiä radonpitoisuuksia on ilmoitettu radontietokantaan.

Valvonta-asiakirjoja, joissa radonaltistumista määrätään pienennettäväksi tai lisäselvityksiä tehtäväksi, tehtiin työpaikoille lähes 200, mikä on vähemmän kuin edellisellä vuonna. Kaikkiin kohteisiin ei lähetetty valvonta-asiakirjaa, koska työnantaja ilmoitti itse radonaltistumisen pienentämiseksi tehtävistä toimenpiteistä. Radonvalvontaan jääneiden työpaikkojen määrä on lisääntynyt viime vuosina selvästi. Vuoden lopussa radonvalvonnassa oli 513 työpaikkaa, eli näissä oli joko todettu liian suuri työntekijöiden radonaltistuminen ja työnantaja ei ole vielä onnistunut rajoittamaan sitä, tai työpaikalla on tehtävä tarkentavia radonmittauksia. STUK valvoo näiden toteutumista.

Työpaikan ilman hyvin korkeat radonpitoisuudet voivat olla ongelma pohjavesi- ja tekopohjavesilaitoksilla. Joulukuuhun 2020 mennessä pohjavettä käsittelevillä laitoksilla on tehty 412 radonmittausta 199 vesilaitosrakennuksessa. Viitearvoa suurempia radonpitoisuuksia löytyi 243 mittauksessa. Hyvin korkeita radonpitoisuuksia ($\geq 1\,500$ Bq/m³) havaittiin 95 mittauksessa ja jopa suurempia kuin 10 000 Bq/m³:n radonpitoisuuksia tavattiin 12 mittauksessa. STUK on antanut ohjeet vesilaitoksille työntekijöiden radonaltistumisen rajoittamiseksi. Mitatuista pohjavesilaitoksista radonvalvonnassa oli vuoden lopussa 36 kappaletta (18 %).



KUVA 10. Kansalliseen radontietokantaan kirjattujen työpaikkamittausten/kohteiden lukumäärä vuosina 2015–2020, rajauksena käytetty mittauksen lopetuspäivämäärää.



KUVA 11. Tavanomaisten työpaikkojen radonpitoisuuksien mediaanit eri vuosina STUKin ja muiden toimijoiden (UP) radonmittauspurkillä mitattuna sekä yhteensä kaikkien toimittajien mittauspurkeilla mitattuna.

3.2 Radon maanalaisilla kaivoksilla ja louhintatyömailla

Työpaikkojen radonpitoisuutta valvottiin neljässä kaivoksessa ja 17 maanalaisella louhinta- ja rakennustyömaalla. Yhden kaivoksen radonmittaukset olivat vielä kesken ja yhdessä kaivoksessa ja yhdellä louhintatyömaalla mitattiin viitearvoa suurempi radonpitoisuus. STUK antoi näihin vaatimukset radonaltistuksen pienentämiseksi.

3.3 Rakennustuotteiden radioaktiivisuus

STUK valvoo rakennustuotteiden ja muiden materiaalien sisältämistä luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaa altistusta. Rakennustuotteiden radioaktiivisten aineiden valvonnassa laadittiin 25 valvonta-asiakirjaa.

3.4 Luonnonsäteilylle altistavan teollisuuden valvonta (NORM-valvonta)

NORM-valvonnassa avattiin 30 uutta asiaa vuoden 2020 aikana. NORM-valvonta-asiat ovat pääasiassa ilmoituksia ja selvityksiä luonnonsäteilyaltistuksesta sekä muutamia jätteitä koskevia tapauksia. Näiden lisäksi on annettu lausuntoja esimerkiksi YVA-arvioinneista ja ympäristöluvista. Vuoden lopussa oli vireillä 23 selvityksen käsittelyasiaa ja neljä selvitystä koskevaa asiaa oli saatu päätettyä. Käsittelyssä on selvityksiä erityisesti kivihiiltä ja turvetta polttavilta voimalaitoksilta sekä kaivostoiminnoista. Tämänhetkisen kartoituksen mukaan voidaan arvioida, että NORM-toimijoita, joilla on selvitysvelvollisuus, olisi Suomessa yhteensä noin 100. Tässä arviossa ei ole huomioitu vielä pohjavedenkäsittelylaitoksia.

STUK osallistui Terrafamen kaivoksen etätarkastuksiin. Talvivaaran kaivoksen vanhaan säteilylainsäädäntöön perustuva turvallisuuslupakäsittely on lopetettu. Talvivaaran kaivoksella, kuten muillakin luonnonsäteilylle altistavilla toiminnoilla on voimassa olevan lainsäädännön mukainen luonnonsäteilyaltistuksen selvitysvelvollisuus. Mahdollinen turvallisuusluvan tarve ratkaistaan selvityksen perusteella.

NORM-valvonta sai tiedon 23:sta Tullin tekemästä luonnonsäteilyhavainnoista.

3.5 Kosmisen säteilyn valvonta ilmailun harjoittamisessa

Kolmella lentoyhtiöllä on turvallisuuslupa ilmailun harjoittamiseen. Näistä kahteen tehtiin vuonna 2020 ensimmäistä kertaa etätarkastus. Etätarkastuksen havaittiin sopivan hyvin lentoyhtiöihin tehtäviin tarkastuksiin.

4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

4.1 Yleistä

Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan tässä ultraviolettisäteilyä, näkyvää valoa, infrapunasäteilyä, radiotaajuisia säteilyä, pientaajuisia ja staattisia sähkö- ja magneettikenttiä sekä ultraääntä. Näkyvän valon erikoistapauksena on koherentti valo eli lasersäteily. Ionisoimattoman säteilyn käyttö edellyttää ennakkotarkastuksen vain eräissä erikoistapauksissa, kuten käytettäessä suuritehoisia lasereita yleisöesityksissä. Muilta osin STUKin Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö (NIR) suorittaa markkinavalvontaa laitteille ja toiminnoille, jotka aiheuttavat väestön altistumista ionisoimattomalle säteilylle.

Markkinavalvonta kohdistuu seuraaviin toimintoihin:

- solariumpalvelut
- kuluttajakäyttöön tarkoitetut laserlaitteet sekä muut optista säteilyä lähettävät tuotteet
- langattoman viestinnän päätelaitteet ja suuritehoiset radiolähtimet, jotka aiheuttavat väestön altistumista
- kodin ja toimiston säteilevät laitteet
- ionisoimatonta säteilyä hyödyntävät kosmeettiset hoitolaitteet ja niiden käyttö palvelutoiminnassa.

Valvonnan lisäksi STUK hyväksyy puolustusvoimien radio- ja tutkalaitteiden käytön tarkastuksissa ja valvonnassa käytettävät menetelmät ja ohjeet.

NIR-yksikön suoritteet ionisoimattoman säteilyn käytön valvonnassa vuosina 2011–2020 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 14–17. Kaksi markkinoilla olevaa laserosoitinta todettiin liian tehokkaiksi. Nämä poistettiin markkinoilta myyjien toimesta. Toinen havaittiin STUKin oman valvonnan perusteella ja siitä tehtiin RAPEX-ilmoitus Euroopan Komission Safety Gate- järjestelmään vaarallisista kuluttajatuotteista. Toinen laite löydettiin Ranskan tekemän RAPEX-ilmoituksen perusteella. STUK puuttui vuoden 2020 aikana yhteensä 22 kertaa vaarallisen laserosoitimen nettihuutokauppaan. Sähkömagneettisiin kenttiin liittyviä viranomaisten lausunto- ja tietopyyntöjä on tullut STUKille edellisten vuosien tapaan runsaasti. Erityisesti voimajohtohankkeista pyydettiin usein STUKin lausuntoa.

Keväällä 2020 koronavirusepidemiasta johtuneet yhteiskunnalliset rajoitustoimenpiteet vaikuttivat erityisesti laseresitysten sekä solarium- ja kauneudenhoitopaikkojen valvontaan. Siinä missä yleisöesitykset peruttiin väliaikaisesti käytännössä kokonaan, oli jonkin aikaa epäselvää, miten rajoitukset vaikuttavat solarium- ja kauneudenhoitoyritysten toimintaan.

Valvonnassa kokeiltiin tänä aikana erilaisia etävalvontamenetelmiä, mutta kokemukset niistä eivät olleet erityisen hyviä.

Kuluttajatuotteiden valvonnassa haasteena on verkkokaupan lisääntyminen siten, että kuluttaja tilaa tuotteen suoraan EU:n ulkopuolelta. Lisäksi esimerkiksi suuritehoisten laserien hinnat ovat laskeneet merkittävästi tekniikan kehityksen seurauksena ja perinteisten merkkituotteiden rinnalle on tullut moniin tuoteryhmiin merkittäviä halpamalleja. STUK seurasi tilannetta aktiivisesti ja havaitsi, että vaarallisia laserosoittimia löytyi jälleen runsaasti.

Valvontatehtävien lisäksi STUK vaikuttaa aktiivisella viestinnällä muun muassa UV-säteilyn haitallisten vaikutuksen vähentämiseksi. Lisäksi matkapuhelinten tukiasemia ja langattomia verkkoja kohtaan tunnettu huoli on näkynyt STUKille tullessa kansalaiskyselyissä ja tietopyynnöissä.

4.2 UV-säteilyä tuottavien laitteiden valvonta

Solariumlaitteita ja niiden käyttöpaikkoja valvotaan yhteistyössä kuntien terveydensuojeluviranomaisten kanssa. Säteilylaki kieltää solariumin käytön alle 18-vuotiailta. Terveystarkastajat tekevät tarkastuksia terveydensuojelulain mukaisen valvonnan yhteydessä ja toimittavat havainnoista raportin STUKille, joka päättää aiheuttavatko havainnot toimenpiteitä. Lisäksi STUK tekee omia tarkastuksia tarpeen vaatiessa.

Itsepalvelusolariumit kieltävän lakimuutoksen siirtymäaika päättyi jo 1.7.2015. Siitä huolimatta vaatimuksen noudattamisessa havaittiin edelleen puutteita vuonna 2020 ja tehostettua valvontaa jatkettiin. Solariumyrityksiin tehtiin yhteensä 26 tarkastusta kuntien terveydensuojeluviranomaisten toimesta. Lisäksi viisi solariumien käyttöpaikkaa valvottiin STUKin oman seurannan perusteella (liite 1, taulukko 16). Tarkastetuista käyttöpaikoista 35 %:ssa ei havaittu puutteita. Valvonnan kohteena olleista käyttöpaikoista 23 %:ssa ei ollut läsnä lain vaatimaa vastuuhenkilöä solariumlaitteiden kaikkina käyttöoloaikoina. Käyttöpaikoista 7 %:ssa havaittiin puutteita säteilyturvallisuusohjeistuksessa ja vastaavasti 35 %:ssa käyttöohjeissa, sekä laitteiden ajastimissa 9 %:ssa ja silmiensuojainten saatavuudessa 6 %:ssa.

UV-tuotteiden markkinavalvonta kohdistui UV-taskulamppuihin. Seitsemässä lampussa kahdeksasta havaittiin puutteita merkinnöissä. Yhden laitteen myyjä luopui lampun myynnistä ja muista myyjät korjasivat varoitusmerkinnät vaatimusten mukaisiksi.

4.3 Laserien valvonta

Kuluttajakäyttöön tarkoitettuja laserlaitteita valvotaan perinteisen kaupan ja verkkokaupan markkinavalvontana. Lisäksi valvotaan suuritehoisten lasereiden käyttöä yleisöesityksissä.

Markkina- ja olosuhdevalvonnassa puututtiin 24 kertaa laserlaitteen myyntiin tai käyttöön. Kaksi markkinoilla olevaa laserosoitinta todettiin liian tehokkaiksi. Nämä poistettiin markkinoilta myyjien toimesta. Toinen havaittiin STUKin oman valvonnan perusteella ja siitä tehtiin RAPEX-ilmoitus. Toinen laite löydettiin Ranskan tekemän RAPEX-ilmoituksen

perusteella. Loput 22 tapausta liittyivät laserlaitteen myyntiin kuluttajien väliseen kauppaan keskittyvillä verkkosivustoilla.

Ilmoituksia yleisötilaisuuksissa käytettävistä lasereista tehtiin 35, joista STUK tarkasti käyttöpaikalla kaksi esitystä. Koronarajoitteiden myötä esitysten lukumäärä romahti edellisestä vuodesta ja niiden luonne muuttui kohti pienempiä ns. underground-esityksiä. Tarkastuksissa turvallisuus ja lasersäteiden suuntaaminen olivat pääosin vaatimusten mukaisia, mutta pari huolestuttavaa piirrettä ilmeni erityisesti syksyllä 2020. Noin kolmasosassa tapauksissa ilmoitus tuli myöhässä STUKille ja yhdelle toiminnanharjoittajalle annettiin asian korjaamiseksi kirjallinen kehoitus ja toista toiminnanharjoittajaa huomautettiin sähköpostilla. Lisäksi ilmiantojen perusteella kahdessa tapauksessa lasereiden suuntaus ja laserlaitteiden sijoitus ei vastannut ilmoitusta. Määräaikaisten hyväksyntöjen aikakausi päättyi vuoden 2020 lopussa. Tämän jälkeen on ollut voimassa ainoastaan toistaiseksi voimassa olevia lupia. Vuonna 2020 myönnettiin kuusi toistaiseksi voimassa olevaa lupaa ja yhteensä lupia oli voimassa 12.

4.4 Sähkömagneettisia kenttiä tuottavien laitteiden valvonta

Vuonna 2020 STUK testasi kymmenen matkapuhelinta osana vertailumittauskampanjaa yhdessä Ruotsin säteilyturvallisuuksiviranomaisen SSM:n (Strålsäkerhetsmyndigheten) kanssa. SSM mittasi matkapuhelimet vuonna 2018, STUK teki omat mittauksensa vuonna 2020. Mittausten tuloksista viestitään STUKin verkkosivuilla vuoden 2021 aikana.

Matkapuhelinten tukiasemia valvottiin kansalaisyhteydenottoihin perustuvilla alustavilla turvallisuusselvityksillä. Kaikki tukiasemat todettiin turvallisesti ja vaatimustenmukaisesti asennetuiksi. Rakennusten kosteus- ja vesivahinkojen mikroaaltokuivauksesta tehtiin selvitys. Sen perusteella mikroaaltokuivautoiminta on vähentynyt 2010-luvulla. Nykyisin toimintaa on vain kahdella yrityksellä. Toisella yrityksellä toiminta on vähäistä, sillä mikroaalloilla kuivataan vuosittain vain neljästä viiteen kohdetta. Selvityksen mukaan mikroaaltokuivaus tehdään turvallisesti STUKin ohjeita noudattaen eivätkä työntekijät tai väestö altistu liialliselle mikroaaltosäteilylle.

Langattoman tehonsiirron säteilyturvallisuuksia selvitettiin kirjallisuuskatsauksella ja kyselyillä. Suomessa langatonta tehonsiirtoa käytetään pienitehoisten sähkölaitteiden, kuten matkapuhelimien, sähköhammasharjojen, kannettavien tietokoneiden, keittiökoneiden ja sähkötyökalujen akkujen latauksessa. Suuritehoisemmissa sovelluksissa, kuten sähköautojen akkujen latauksessa, se ei ole toistaiseksi käytössä. Siten altistuminen langattoman tehonsiirron magneettikentille on hyvin vähäistä.

Radioamatööriasemien säteilyturvallisuuksia selvitettiin tekemällä asemilla säteilymittauksia erilaisten antennien läheisyydessä. Mittaustulosten perusteella asemien lähellä asuvan väestön altistus radioamatööriasemien radiotaajuisille sähkö- ja magneettikentille jää selvästi raja-arvoja pienemmäksi asemien normaalitoiminnassa käytettävillä lähetintehoilla ja liikennöintitavoilla. Erityistä huomiota on kiinnitettävä antennien sijoitukseen, kun käytetään suuria lähetystehoja. Antennit on asennettava riittävän korkealle ja riittävän kauaksi lähimmistä asuinrakennuksista ja paikoista, joihin

väestöllä on pääsy. Radioamatöörilaitteiden käsikirjojen ohjeiden mukaisesti asennettujen radioamatööriaseman antennien aiheuttamista radiotaajuisista sähkö- ja magneettikentistä ei ole terveydellistä haittaa väestölle. Selvityksestä laadittiin TR-raportti, joka julkaistiin Julkarissa.

4.5 Kosmeettisten NIR-sovellusten käytön valvonta

Vuonna 2016 alkanut kosmeettisia hoitoja tarjoavien yritysten laaja valvontakampanja jatkui vuonna 2020. Valvonta kohdistui voimakkaisiin laserlaitteisiin ja niiden käyttöön. Näistä STUK sai tietoa erityisesti oman valvontansa sekä ilmiantojen perusteella. Selvityspyynnöjä toiminnanharjoittajille lähetettiin vuonna 2020 yhteensä 24 kappaletta ja näistä seitsemässä havaittiin liian voimakkaan laserlaitteen käyttö. Valvonta johti laserlaitteiden käytön keskeyttämiseen vapaaehtoisesti tai luvanhakuprosessin aloittamiseen terveydenhuollon toimintayksikkönä toimimiseksi, joten päätöksiä toiminnan keskeyttämisestä ei tarvinnut antaa. Yhdessä tapauksessa laserlaitetta ei ollut vielä ehditty hankkia, vaan palvelua ennakkomarkkinointiin kysynnän kartoittamiseksi.

Laserlaitteiden lisäksi valvontaa kohdistettiin radiotaajuisista säteilyä lähettäviin kauneudenhoitolaitteisiin. Kolmessa valvontatapauksessa täsmennetyn hoito-ohjeen laatiminen katsottiin riittäväksi korjaavaksi toimenpiteeksi laitteiden käytön jatkamiseksi muualla kuin terveydenhuollon toimintayksikössä. Laadittuja hoito-ohjeita noudattamalla altistuksen raja-arvot eivät ylity toimenpiteiden aikana.

Valoimpulssi- ja ultraäänilaitteita koskevia raja-arvoja sovelletaan siirtymäajan päätyttyä vuoden 2023 lopusta alkaen. Näiden laitetyyppien osalta valvonnassa on pyritty tiedottamaan toiminnanharjoittajia omistamiensa laitteiden tilanteesta siirtymäajan päättymisen jälkeen. IMPULSSI-tutkimusprojektissa kehitettiin lisäksi vuoden 2020 aikana valoimpulssilaitteiden ominaisuuksien määrittämiseen soveltuva mittausjärjestelmä laitteiden tulevaa valvontaa tukemaan. Mittausjärjestelmän soveltuvuus käyttöpaikalla tehtäviin mittauksiin varmistettiin suorittamalla viisi valvontamittauskäyntiä yhteistyöhaluisten toiminnanharjoittajien tiloissa.

Muilta osin valvonta keskittyi säteilylain muiden velvoitteiden valvontaan. Näitä olivat toiminnanharjoittajan velvollisuus kertoa kosmeettisen toimenpiteen riskeistä, mikäli sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa säädetyt altistuksen raja-arvot ylittyvät, sekä velvollisuus huomioida toimenpiteen kontraindikaatiot eli vasta-aiheet ennen toimenpiteen aloittamista. Lisäksi STUK luennoi kerran vuoden 2020 aikana säteilylain vaatimuksista erikoiskosmetologiopiskelijoille.

4.6 Muut tehtävät

Voimajohtohankkeista ja voimajohtojen läheisyyteen suunnitelluista asemakaavoista pyydettiin aktiivisesti STUKilta lausuntoa. Lausuntoja hankkeista annettiin yhteensä 16 kappaletta. Muista ionisoimattomaan säteilyyn liittyvistä asioista annettiin kaksi lausuntoa.

Valvonnan ohella STUKin NIR-yksikkö vastasi vuoden 2020 aikana 816 kansalaiskyselyyn, mikä on seurantahistorian selvästi suurin määrä. Kyselyistä 282 tuli puhelimitse ja 534 sähköpostilla. Kyselyt koskivat erityisesti matkapuhelimien, tukiasemien, voimajohtojen sekä kodin sähköverkkojen ja -laitteiden säteilyä. Matkaviestimien uusi 5G-tekniikka herätti kansalaisissa huolta ja kyselyitä tuli runsaasti. Aiheeseen liittyvät STUKin nettisivut saivat myös erittäin suuren määrän kävijöitä. Lisäksi suuri määrä kyselyitä koski lasereita ja koronavirusepidemian myötä UVC-säteilyä ja -laitteita.

4.7 Säteilyturvallisuuspoikkeamat ionisoimattoman säteilyn käytössä

Vuonna 2020 STUKille ilmoitettiin kuudesta ionisoimattoman säteilyn aiheuttamasta tapahtumasta. Kauneushoitopalveluissa tapahtuneista vahinkotapauksista STUKille tuli yhteensä neljä ilmoitusta. Ensimmäisessä tapauksessa radiotaajuista säteilyä hyödyntävällä hoitolaitteella toteutettu hoito oli aiheuttanut kipua ja ihon reagoitua myös toimenpidettä seuranneena päivänä. Toisessa tapauksessa ultraäänilaitteella suoritettua toimenpiteen jälkeen asiakas oli havainnut kasvoissaan ei-toivottuja muutoksia. Muut kaksi ilmiäntoa liittyivät terveydenhuollon toimintayksiköissä tarjottuihin palveluihin, jotka eivät kuulu STUKin valvonnan piiriin. Huomionarvoista näissä ilmiannoissa kuitenkin oli, että vahinkoja oli aiheutettu samantyyppisillä laitteilla, joita on laajalti käytössä myös terveydenhuollon ulkopuolella.

Lisäksi showlaser- ja solariumvalvonnassa tehtiin ilmiäntoja STUKille. Laserilmiannossa, joka koski kahta tapahtumaa, ilmiäntaja kiinnitti huomiota lasereiden suuntaukseen ja laserlaitteiden sijoitukseen esityksessä (katso kohta 4.3).

Kaksi solariumasiakasta valitti STUKille, että vastuuhenkilö ei ollut paikalla solariumia käytettäessä (toinen tapahtumista oli vuodenvaihteessa 2019–2020). Kyseessä oli saman palvelun tarjoajan eri solariumpaikat. STUK tarkasti kyseiset käyttöpaikat ja vaati jatkossa toiminnanharjoittajan huolehtimaan siitä, että vastuuhenkilö on aina läsnä, kun solarium on käytettävissä.

Säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärät vuosina 2010–2020 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1; ks. myös kohta 2.8 säteilyturvallisuuspoikkeamista ionisoivan säteilyn käytössä).



5 Säännöstötyö

Vuoden 2020 aikana STUK teki ehdotuksia säädösmuutostarpeista STM:lle. Muutokset koskisivat säteilylakia ja sen nojalla annettuja asetuksia. Ehdotukset perustuvat pääosin valvonnassa kerättyihin kokemuksiin sekä säteilyturvallisuudirektiivin vaatimuksiin. Lisäksi STUK valmisteli uudistettavia STUKin määräyksiä, joista kolme oli lausunnolla vuoden lopussa, yksi ionisoivaa ja kaksi ionisoimatonta säteilyä koskien.

6 Tutkimus

STUKin tutkimustoiminnan tavoitteena on tuottaa uutta tietoa säteilyn esiintymisestä, säteilyn mittaamisesta, säteilyn haittavaikutuksista ja niiden torjumisesta sekä säteilylähteiden ja säteilyn käyttömenetelmien turvallisuudesta ja optimoidusta käytöstä. Tutkimus tukee säteilyn käytön viranomaistoimintaa, mittanormaalityönnä ja onnettomuusvalmiuden ylläpitoa.

Säteilyn käyttöön liittyvän tutkimuksen tavoitteena on lisäksi parantaa tietämystä ja asiantuntemusta säteilyn käytössä ja varmistaa luotettava säteilyn mittaaminen. Ionisoivan säteilyn tutkimuksesta pääosa liittyy säteilyn lääketieteelliseen käyttöön. Tutkimustyölle on jatkuva tarve tutkimus- ja hoitomenetelmien nopean kehityksen vuoksi. Ionisoimattoman säteilyn tutkimus keskittyy valvonnassa ja säännösten kehityksessä tarvittaviin altistumisen määrittämismenetelmiin.

Kansallinen säteilyturvallisuustutkimuksen yhteenliittymä (Cores) jatkoi aktiivista toimintaansa. Yliopistoyhteistyötä on jatkettu myös Fysiikan tutkimuslaitoksen (HIP) kanssa. Fysiikan tutkimuslaitoksen kautta STUK on jäsenenä Euroopan ydintutkimuslaitoksen (CERN) Knowledge Transfer for Medical Applications -ryhmässä. STUK on ollut aktiivisesti mukana päivittämässä eurooppalaisten tutkimusyhteenliittymien strategisia suunnitelmia ja tutkimuksen tiekarttoja.

Tutkimus- ja kehitystyöprojektit

Valtaosa säteilyn käyttöön liittyvästä tutkimuksesta tehdään yhteistyössä koti- ja ulkomaisten tutkimuslaitosten, yliopistojen ja (yliopisto)sairaaloitten kanssa. Yhteisten projektien kautta STUK laajentaa säteilyturvallisuustutkimuksen osaamispohjaa ja toisaalta parantaa tutkimuksen vaikuttavuutta.

STUK osallistui seuraavien EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) työryhmien toimintaan: työryhmät 2 (Harmonisation of individual monitoring), 7 (Internal dosimetry), 9 (Radiation dosimetry in radiotherapy) ja 12 (Dosimetry in medical imaging). STUK osallistui myös EURADOSin tutkimusstrategian päivitykseen. Säteilyn käytön osalta EURADOS-tutkimus keskittyi potilaan altistuksen määrittämissä menetelmiin ja altistuksen optimointiin. EURADOS-IAEA-EFOMP-yhteistyönä aloitettiin projekti, jossa selvitetään sädehoidosta aiheutuva kokonaisannos (ml. kuvantaminen). STUK osallistuu potilasannosten laskennalliseen määrittämiseen ja kuvantamislaitteiden karakterisointiin sekä koordinoi hanketta. Kotimaisina yhteistyökumppaneina projektissa toimivat HUS ja TaYS.

STUK jatkoi vuonna 2019 alkanutta projektia valoimpulssi- eli IPL-laitteiden mittaamenetelmän kehittämiseksi. Projektissa sovellettiin kehitettyä mittaamenetelmää sekä kotitalouksille myytävälle että kosmetologien käytössä oleville laitteille. Tarkoitus

on vuoden 2021 aikana kirjoittaa tieteellinen artikkeli painottuen IPL-laitteiden markkinavalvontaan.

STUK arvioi isotooppilääketieteessä altistuvan työntekijäryhmän silmäannoksia termoluminesenssi-ilmaisimien (TLD) avulla. Silmäannoksia määritettiin myös toimenpideradiologiassa ja -kardiologiassa. Samalla kehitettiin menetelmiä silmäannoksen luotettavaan arviointiin pohjautuen saatavilla oleviin altistusparametreihin ja tekoälymalleihin. Tuloksia käytetään viranomaisvalvonnan suuntaamiseen.

Suomen Akatemian rahoittama nelivuotinen ilmaisinkehitysprojekti jatkui vuonna 2020. Työ tehdään yhteistyössä Fysiikan tutkimuslaitoksen kanssa. Projektissa kehitetään paikkaherkkiä ja säteilylajin tunnistavia ilmaisimia sekä diagnostisen säteilyn käytön että sädehoidon dosimetrian tarpeisiin. Ilmaisimet kykenevät mittaamaan myös säteilyn energiaspektrin.

STUK jatkoi vuonna 2018 alkanutta RATPA-projektia suomalaisten työpaikkojen radonpitoisuuksista sekä työntekijöiden radonaltistuksesta. Tutkimuksessa on mitattu 700 työpaikkaa vähintään yhdellä radonmittauspurkilla. Lisäksi on tehty jatkuvatoimisia radonmittauksia sekä gammamittauksia. Vuonna 2020 julkaistiin STUK-B-raporttina tulokset yhdestä projektin osatavoitteesta eli työsuojeluhenkilöiden käsityksistä työpaikkojen radonasioista.

STUK jatkoi 2019 alkanutta FINNORM-projektia, jossa kartoitetaan luonnonsäteilylle altistavia teollisia toimintoja Suomessa (NORM, naturally occurring radioactive material). Projektissa on kehitetty valvontaa, viestitty teollisuudelle uudesta säteilylainsäädännöstä ja kehitetty altistuksen arvioinnin menettelyjä. Hankkeen taustalla on säteilylainsäädännön uudistus ja kansainväliset suositukset NORMeihin liittyen, kiertotalouden kasvu ja STUKin strategian toteuttaminen liittyen riskiperusteiseen valvontaan sekä NORMeihin liittyvät avoimet kysymykset Suomessa. Projektissa on tutkittu NORMeja kaivostoiminnassa sekä pohjavedenkäsittelylaitoksilla. Projektissa tehdyn kaivostoimintaa koskevan opinnäytetyön tulokset on julkaistu 2020. Muut tulokset ja uudistettu NORM-opas julkaistaan 2021 projektin päättyessä.

RadoNorm on Euroopan Komission rahoittama tutkimushanke, johon osallistuu 56 partneria. Hanke kestää viisi vuotta ja se käynnistyi syyskuussa 2020. Hankkeen tavoitteena on tukea Euroopan perusnormidirektiivin (BSS) implementointia myös hallinnon ja käytännön valvonnan tasoilla. Työpaikkojen radonvalvonnan osalta projektissa selvitetään mm. luotettavia altistusarviointimenetelmiä ja radonmittauksia erityyppisissä työpaikoissa. Erityishuomiona on radonpitoisuuden ajallinen ja paikallinen vaihtelu sekä erityyppiset ympäristöolosuhteet. Radonaltistuksen selvittäminen liikkuvassa, eripaikoissa tapahtuvassa työssä on yksi selvitettävistä asioista. RiFaTuB -tapaus-verrokkitutkimuksessa selvitetään pään alueen tietokonetomografioiden ja huoneilman radonin sekä muiden tekijöiden mahdollista yhteyttä lasten aivokasvainten riskiin. Eur Radiol Open -lehden julkaisussa raportoidaan, miten lasten tietokonetomografioiden kuvausmäärät ovat kääntyneet laskuun 2000-luvulla, erityisesti pään alueen kuvaukset ovat vähentyneet, kun taas tutki- ja liikuntaelimestön kuvaukset ovat hieman jopa lisääntyneet.

STUK jatkoi vuoden 2019 lopussa yhteistyössä Itä-Suomen yliopiston kanssa aloitettua projektia, jossa tutkitaan hyvin pientaajuisten magneettikenttien ja Alzheimerin taudin

mahdollista kausaalista yhteyttä uudennlaisilla kokeellisilla malleilla yhdistettynä edistyskelliseen hypoteesiin vuorovaikutusmekanismista. Lisäksi projektiin sisältyy epidemiologinen tutkimus, jossa tutkitaan kiinteistömuuntamoiden magneettikentille altistumisen ja Alzheimerin taudin välistä yhteyttä. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää hyvin pientaajuisten magneettikenttien terveysriskejä arvioitaessa ja riskikommunikaatiossa.

Eurooppalainen metrologian tutkimusohjelma EMPIR (European Metrology Programme for Innovation and Research)

Vuonna 2020 alkoi kaksi eurooppalaista metrologian tutkimusohjelman projektia, joissa luodaan ionisoivan säteilyn metrologian alalle verkostomainen yhteenliittymä. Jatkossa verkostot koordinoivat metrologian tutkimustarpeita ja laboratorioden yhteistyötä. STUK osallistuu molempiin projekteihin.

Sädehoidon dosimetriaan keskittynyt RTNORM-projekti päättyi. Projektissa kehitettiin sädehoidon annosmittauksissa käytettyjen ionisaatiokammioden mittaustarkkuutta. Projekti liittyy IAEA:n sädehoidon annosmittausprotokollan (IAEA TRS 398) päivitykseen.

Vuonna 2017 alkanut MetroRADON-hanke päättyi vuonna 2020. Projektin tavoitteena oli kehittää luotettavia menettelytapoja pienten radonpitoisuuksien mittausten ja -kalibrointien tekemiseen jäljitettävästi. Projektin tuloksena radonin pienten aktiivisuuspitoisuuksien kalibrointi on mahdollista ja eurooppalainen kalibrointilaboratorioden verkosto on olemassa. Toronin (radon-220) vaikutus radonmittareiden toimintaan selvitettiin. Projektin aikana järjestettiin kaksi radonpitoisuuden vertailukalibrointia, joihin molempiin STUK osallistui.

7 Kansainvälinen yhteistyö

Säteilytoiminnan valvonta -osaston sekä Ympäristösäteilyn valvonta -osaston edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa sekä turvallisuusohjeiden ja mittausmenetelmien kehittämistä ja säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kansainvälisissä järjestöissä ja toimikunnissa, muun muassa IAEA, NACP, EURADOS, EURAMET, ESTRO, ESOREX, AAPM, IEC, ISO, CEN, CENELEC, ICNIRP, EAN, EUTERP, HERCA, EURATOM/Artikla 31 -asiantuntijaryhmä, WHO, UNSCEAR.

Vuonna 2020 maaliskuussa siirryttiin pitämään kokoukset etäkokouksina koronapandemian vuoksi ja osa säännöllisistä kokouksista peruttiin tai siirrettiin myöhemmin pidettäväksi.

Viranomaisten HERCA Medical Applications-työryhmässä isotooppilääketieteen alaryhmää vetävät STUKin edustajat. Työryhmä selvitti HERCA-maiden viranomaisten kesken uusien isotooppihoitojen käyttöä ja siihen liittyviä säteilyturvallisuuskysymyksiä ja valmisti yhteenvetoa, jonka HERCA hyväksyi lähetettäväksi tieteelliseen lehteen.

Osallistuminen kansainvälisten järjestöjen ja toimikuntien työhön

Säteilytoiminnan valvonta -osaston edustajat toimivat Euratom-sopimuksen Artikla 31:ssä tarkoitetun asiantuntijaryhmän sekä IAEA:n säteilysuojelustandardikomitean puheenjohtajina.

Vuonna 2020 STUKin säteilytoiminnan asiantuntijat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

Ionisoiva säteily

- IAEA: Radiation Safety Standards Committee (RASSC), pj. STUKista
- IAEA: Transport Safety Standards Committee (TRANSSC)
- Euratom Artikla 31 -asiantuntijaryhmä, pj. STUKista
- HERCA (Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities) ja sen työryhmät
- EURAMETin (European Association of National Metrology Institutes) vuosittainen yhdyshenkilö-kokous
- EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) vuosikokous ja sen työryhmät
- EACA:n (European Association of Competent Authorities on the transport of radioactive material)
- CERN: Knowledge Transfer for Medical Applications
- EURAMED (EUROPEAN MEDICAL application and Radiation PROTECTION Concept: strategic research agenda AND ROADMAP interLINKING to health and digitisation aspects), työryhmäkokoukset
- QUADRANT (Constant improvement in quality and safety of radiology, radiotherapy and nuclear medicine through clinical audit) projektin ohjausryhmän toiminta

- Pohjoismaisten viranomaisten johtajien Chefsmöte ja sen alaiset työryhmät
- NACP (Radiation Physics Committee).

Ionisoimaton säteily

- ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)
- WHO EMF-project ja InterSun Programme; International Advisory Committee
- IEC TC 61 MT 16 -kokous (muun muassa solariumstandardit)
- IEC PT 60335-2-115 -kokoukset (kauneudenhoitolaiteiden standardointi)
- Nordic-NIR yleiskokous, STUK pj.

8 Kotimainen yhteistyö

Osallistuminen kotimaisten järjestöjen ja toimikuntien työhön

STUKin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa ja tutkimusta sekä säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kotimaisissa järjestöissä ja toimikunnissa, kuten Metrologian neuvottelukunta, Sädeturvapäivätoimikunta, Sairaala fyysikoiden erikoistumista koordinoiva neuvottelukunta, Eurolab-Finland, SESKO ja STM:n rahoittama ja THL:n asettama Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä (KLIARY), viranomaisten radontyöryhmä ja Ympäristöherkkyy verkosto. Asiantuntijat osallistuvat vuosittain useisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitävät niissä esitelmää ja luentoja.

STUK jatkoi yhteistyötä muiden vaarallisten aineiden kuljetuksia valvovien viranomaisten kanssa osallistumalla Traficomin koordinoimaan valvontaviranomaisten ryhmään ja VAK-päivään. Lisäksi STUK osallistui lain vaarallisten aineiden kuljetuksesta kokonaisuudistuksen seurannan ohjausryhmään ja Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen sähköisistä kuljetustiedoista (EU) 2020/1056 toimeenpanon seurannan ohjausryhmään.

Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2020 STUKin edustajat osallistuivat muun muassa seuraaviin kotimaisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- STM:n säteilylainsäädännön kokonaisuudistuksen alatyöryhmät
- STM:n ympäristöherkkyy verkosto
- SESKO SK 34 -komitea (Valaisimet)
- SESKO SK 61 -komitea (Kotitaloussähkölaitteiden turvallisuus)
- SESKO SK 106 -komitea (Sähkömagneettiset kentät)
- EMF-neuvottelukunta
- Sairaala fyysikoiden erikoistumista koordinoiva neuvottelukunta (säteilysuojeluasiat)
- STM:n hallinnonalan TKI-koordinaatioryhmä.
- Viranomaisten radontyöryhmä
- STUK-Tulli koordinaatioryhmä
- Suomen mittanormaallilaboratorioiden verkosto
- STA-koulutusta koordinoiva neuvottelukunta (STAKONE)
- Säteilyturvallisuusneuvottelukunta
- Metrologian neuvottelukunta.

STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

Vuodelle 2020 oli suunniteltu useampia koulutustilaisuuksia, jotka jouduttiin peruuttamaan koronatilanteen vuoksi. Muun muassa Sädeturvapäivät, joiden suunnitteluun STUK aktiivisesti osallistui, peruttiin kokonaan. Toisaalta osa koulutustarpeesta saatiin hoidettua verkkoseminaarien muodossa. Verkkoseminaareja järjestettiin erityisesti isotooppilääketieteen alalla.

Muu kotimainen yhteistyö

STUKin edustaja toimi Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) asettaman ja Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) rahoittaman Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmän (KLIARY) jäsenenä ja sihteerinä ja huolehti ryhmän nettisivujen ylläpidosta. Ryhmä muun muassa valmisti suositusta kardiologisen säteilyn käytön klinisiin auditointeihin. Suosituksia ja lisätietoja ryhmän toiminnasta on saatavissa ryhmän nettisivulta (kliininenauditointi.fi).

STUK koordinoi STM:n toimeksiannosta esiselvityksen säteilylaissa tarkoitettujen lähettämissuosituksen kehittämistä varten. Työhön osallistuivat STM, THL, STUK, sairaaloiden radiologeja sekä sairaalafyysikko. Työryhmän loppuraportti sosiaali- ja terveysministeriölle valmistui (STUK-B 273).

STUK osallistui STM:n alaiseen viranomaisyhteistyöhön. Vuoden 2020 aikana järjestettiin Fimean, Tukesin, Valviran ja STUKin yhteiset työpajat omavalvonnasta ja etätarkastuksista. Työpajoissa jaettiin kokemuksia hyvästä omavalvontaa tukevasta viranomaistoiminnasta ja etätarkastuskäytännöistä.

Teollisuuden ja tutkimuksen säteilyturvallisuusasiantuntijoille (STA) järjestettiin kaksiosainen verkkoseminaari, jossa ensimmäisenä päivänä säteilylainsäädännön uudistuksesta ja STA:n täydennyskoulutuksesta ja roolista säteilytoiminnassa. Toisena päivänä aiheena oli turvallisuusarviota koskevat vaatimukset sekä STUKin kokemuksia turvallisuusarvioiden vahvistamisesta. Verkkoseminaarin esitykset löytyvät STUKin verkkosivuilta.

Toiminnanharjoittaja järjesti työntekijöilleen ionisoivan säteilyn käyttöön liittyvän koulutuspäivän. STUKia pyydettiin koulutukseen kertomaan säteilylainsäädännön vaatimuksista. STUK kävi koulutuksessa läpi lisäksi säteilyn käytön valvontaa ja ohjeistusta turvallisuusarvion laatimiseksi.

Teollisuuden ja tutkimuksen toiminnanharjoittaja, joka harjoittaa röntgenlaitteiden käyttöä, oli järjestämässä online-koulutusta toimialaansa liittyen. Toiminnanharjoittaja pyysi STUKin tarkastajaa luennoimaan uudesta säteilylaista.

STUK on veloittanut luennoista toiminnanharjoittajien järjestämissä tilaisuuksissa luentoon ja sen valmisteluun käytetyn ajan osalta STUKin palveluhinnaston mukaisesti. Luentopyyntöjä voi tehdä teollisuuden ja tutkimuksen tarkastajille, henkilötuntihintoihin voi puolestaan tutustua STUKin palveluhinnastosta <https://www.stuk.fi/palvelut/palveluhinnasto>.

9 Viestintä

Vuoden 2020 aikana STUKille tuli www-sivujen kautta, sähköpostitse ja puhelimitse runsaasti säteilyyn liittyviä kysymyksiä kansalaisilta, säteilyn käyttäjiltä, tiedotusvälineiltä ja muilta säteilystä kiinnostuneilta tahoilta. Suuri osa kysymyksistä koski ionisoimatonta säteilyä. Tiedotusvälineille annettiin useita haastatteluja ajankohtaisista säteilyaiheista.

Lehdistötiedotteita ja verkkouutisia laadittiin säteilytoiminnan valvonnassa seuraavin otsikoin:

- Helsingissä kadonnut säteilylähde on löytynyt
- Romun seassa olleista palovaroittimista harmia romuyrittäjälle
- Orpo säteilylähde otettiin talteen Imatralla
- Eniten suomalaisia säteilyttää radon
- Varjo, vaatteet ja voide suojaavat UV-säteilyltä
- RadoNorm: Eurooppalainen tutkimushanke luonnonsäteilyn riskeistä ja riskien hallinnasta
- Solarium suurentaa syöpäriskiä koronankin aikaan.

Vuonna 2020 julkaistiin kolme terveydenhuollon sekä kolme teollisuuden säteilyn käyttäjille suunnattua uutiskirjettä.

10 Mittanormaalityö

10.1 Yleistä

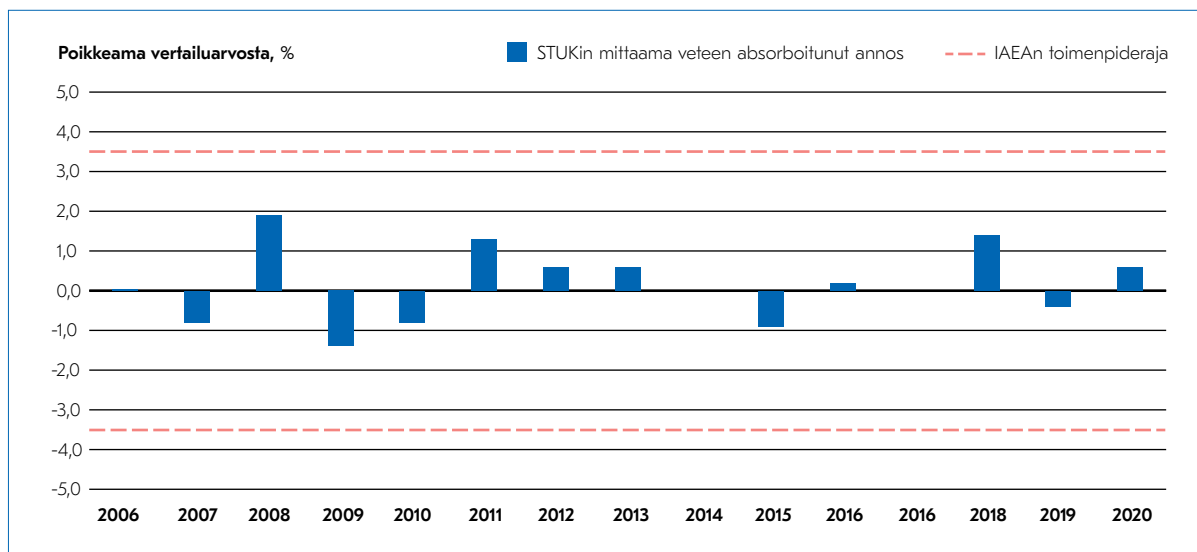
STUK toimii ionisoivan säteilyn annossuureiden kansallisena mittanormaalityölaboratoriona. STUK pitää yllä kansallisia ja muita mittanormaaleja Suomessa tehtävien säteilymittausten tarkkuuden ja jäljitettävyyden varmistamiseksi. Omien mittanormaaliensa kalibroinneista STUK huolehtii säännöllisin väliajoin Kansainvälisessä paino- ja mittatoimistossa (BIPM) tai muussa primäärilaboratoriossa. Säteilymetrologiaan liittyen STUK osallistuu Metrologian neuvottelukunnan toimintaan ja EURAMET-järjestön (European Association of National Metrology Institutes) toimintaan. Annossuureiden osalta STUK on myös mukana kansainvälisessä ekvivalenssisopimuksessa (CIPM MRA), jonka toteutumista Euroopassa EURAMET koordinoi, sekä IAEA:n ja WHO:n yhdessä ylläpitämässä sekundäärilaboratorioiden (SSDL) verkostossa.

Mittanormaalityöinnistä vastaavat STUKin Dosimetrialaboratorio ionisoivan säteilyn annossuureiden osalta ja Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö ionisoimattoman säteilyn osalta. Ionisoivan säteilyn aktiivisuussuureiden mittanormaalityöinnistä vastaa STUKin Ympäristön säteilyvalvonta osasto (VALO).

Säteilytyslaitteistot ja kansalliset mittanormaalityö ylläpidettiin sädehoidon, säteilysuojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittarien kalibrointeihin. Radonmittanormaalityölaboratoriota on käytetty sekä radonmittareiden kalibrointeihin että tutkimukseen.

10.2 Mittari- ja mittausvertailut

Vuonna 2020 STUK osallistui IAEA/WHO-kalibrointilaboratorioverkoston järjestämään dosimetriavertailuun (RPLD-vertailu). STUKin tulokset olivat hyvin hyväksyntärajojen sisällä, mikä tukee hyvin STUKin kalibrointitoimintaa (kuva 12).



KUVA 12. IAEA:n dosimetriavertailun tulokset, joihin STUK on osallistunut vuosina 1996–2020.

II Palvelut

II.1 Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

STUK toteutti säteilymittarien kalibroinnit ja testaukset kysyntää vastaavasti. Dosimetrialaboratoriossa tehtiin 478 säteilymittarin kalibroitua ja säteilytettiin 2 091 säteilytyserää. Kalibroinneista noin 20 % tehtiin STUKin omille mittalaitteille. Palvelusuoritteiden kehitys vuosina 2011–2020 on esitetty liitteen 1 taulukossa 18.

Radonmittanormaalilaboratoriossa tehtiin kolme altistustodistusta, johon liittyi suuri määrä altistuksia. Lisäksi tehtiin kaksi alfajälkifilmin kalibrointilaskentaa ja -todistusten laadintaa. Radonmittalaitteita kalibroitiin 47 kappaletta.

Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia yhteensä viisi kappaletta sekä turvallisuusarviointeja ja säteilymittauksia yhteensä neljä kappaletta. Yksikön palvelusuoritteet vuosilta 2011–2020 on esitetty liitteen 1 taulukossa 15.

II.2 Muut palvelut

Röntgendiagnostiikan potilasannoslaskentaan suunniteltua PCXMC-tietokoneohjelmaa myytiin 58 kappaletta.


Liite I

Taulukot

TAULUKKO 1. Säteilyn käytön turvallisuusluissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2020 lopussa.

Säteilytoiminta	Lukumäärä (kpl)
Terveydenhuolto ja hammaslääketiede	1 423
Sädehoito	13
Isotooppilääketiede	25
Eläinlääkintä	298
Asennus/huolto/valmistus	49
Muu terveydenhuollon laitteiden käyttö (tutkimus, opetus)	13
Ei-lääketieteellinen altistus terveydenhuollossa	133

TAULUKKO 2. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2020 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit)*)	1 471 
kiinteät tavanomaiset röntgenlaitteet	480
kuljetettavat läpivalaisulaitteet	307
kuljetettavat tavanomaiset röntgenlaitteet	161
mammografialaitteet, joista	171
• seulontamammografia	82
• tomosynteesi	25
kiinteät läpivalaisulaitteet, joista	123
• angiografia	40
• läpivalaisu	24
• kardioangiografia	59
TT-laitteet, joista	146
• SPECT-TT	36
• PET-TT	16
KKTT-laitteet (muut kuin hammaskuvaus)	18

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
O-kaarilaitteet	12
luun mineraalipitoisuuden mittauslaitteet	50
muut laitteet	3
Hammasröntgenlaitteet	6 213
intraoraaliröntgenlaitteet	5 474
panoraamaröntgenlaitteet	642
KKTT-laitteet	143
Sädehoidon laitteet	125
kiihdyttimet	50
röntgenkuvaslaitteet	53
automaattiset jälkilataushoitolaitteet	6
manuaaliset jälkilatauslaitteet	1
hoitolaitteen simulaattorit	15
Umpilähteet/umpilähdelaitteet**)	276
kalibrointi- ja testauslaitteet	331
sädehoidon tarkistuslähteet	40
vaimennuskorjausyksiköt	4
muut terveydenhuollon umpilähteet	5
Eläinlääketieteelliset röntgenlaitteet	523
tavanomaiset röntgenlaitteet	347
läpivalaisulaitteet	2
intraoraaliröntgenlaitteet	178
KKTT-laitteet	5
TT-laitteet	10
Radionuklidilaboratoriot	36
avolähteet laboratoriossa, luokka 2	28
avolähteet laboratoriossa luokka 3	8

*) Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampi röntgenputki sekä yksi tai useampi tutkimusteline.

**) Umpilähdelaitteet voivat sisältää useampia umpilähteitä.

TAULUKKO 3. Säteilutoimintojen lukumäärät teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytössä vuoden 2020 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgenlaitteiden käyttö	706
Umpilähteiden käyttö	497
Asennus, huolto tai valmistus	150
Säteilylähteiden kauppa, tuonti tai vienti	112
Avolähteiden käyttö	61
Hiukkaskiihdyttimen käyttö	19
Korkea-aktiivisten umpilähteiden kuljetus	3
Jätteiden käsittely (kun se ei ole osa muuta toimintaa)	3
Orpojen lähteiden toistuva käsittely tai varastointi	3

TAULUKKO 4. Säteilulaitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytössä vuoden 2020 lopussa.

Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Umpilähdelaiteet	5 614
Radiometriset mittalaitteet	4 823
Kalibrointi- tai testauslaitteet	405
Analyysilaitteet	190
Gammaradiografialaitteet	18
Gammasäteilyttimet	9
Muut	169
Röntgenlaitteet	2 202
Läpivalaisulaitteet	960
Analyysilaitteet	708
Röntgenradiografialaitteet	361
Mittalaitteet	79
Muut	94
Hiukkaskiihdyttimet	27
Tutkimus	13
Läpivalaisu	7
Radioaktiivisten aineiden valmistus	7
Radionuklidilaboratoriot	87
Luokka 1	10
Luokka 2	21
Luokka 3	54
Toiminta laboratorion ulkopuolella (merkkiainekokeet teollisuuslaitoksissa)	2

TAULUKKO 5. Teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytössä umpilähteissä yleisimmin käytettävät radionuklidit ja niiden lukumäärät vuoden 2020 lopussa.

Radionuklidi	Säteilylähteitä (kpl)
Muut kuin korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	3 963
Co-60	764
Kr-85	296
Am-241 (gammalähteet)	273
Fe-55	95
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	91
Sr-90	88
Pm-147	81
Ni-63	70
Korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	26
Co-60	12
Ir-192	9
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	6
Am-241 (gammalähteet)	3
Pu-Be	1
Se-75	1

TAULUKKO 6. Sellaisten teollisuudessa ja tutkimuksessa käytössä olevien umpilähteiden lukumäärät, joiden ikä on suurempi tai yhtä suuri kuin 40 vuotta (ellei niitä poisteta käytöstä).

Radionuklidi	40-vuotiaat umpilähteet säteilylain siirtymäaikana (kpl)			
	2020	2021	2022	2023
Cs-137	84	121	161	194
Co-60	30	30	37	45
Am-241 (gammalähteet)	14	17	19	19
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	8	8	8	10

TAULUKKO 7. Umpilähteiden toimitukset Suomeen ja Suomesta vuonna 2020.

Radionuklidi	Toimitus Suomeen		Toimitus Suomesta	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	42 036	13	1 419	13
Se-75	2 760	1	530	2
Kr-85	1 476	100	1 051	71
Fe-55	175	31	124	21
Cs-137	113	125	1	11
Pm-147	23	24	2	12
Gd-153	11	21	-	-
Co-57	7	50	-	-
Sr-90	6	8	4	2
Ni-63	6	53	5	32
Co-60	5	16	< 1	2
Po-210	2	5	-	-
Ge-68	1	24	-	-
Am-241	1	204	2	396
Na-22	1	3	-	-
Muut yhteensä **)	< 1	66	< 1	22
Yhteensä	46 624	744	3 139	584

*) Merkintä "-" tarkoittaa, ettei toimituksia Suomesta ole ollut.

**) Toimitukset Suomeen: I-125, Ba-133, H-3, C-14, Eu-152, Ra-226, I-129, Tc-99, Pu-242.

Toimitukset Suomesta: Eu-152, Ba-133, H-3, C-14

TAULUKKO 8. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus Suomessa vuonna 2020.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
F-18	254 809
O-15	36 183
C-11	30 802
Ga-68	11
Yhteensä	321 804

TAULUKKO 9. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja kollektiivinen annos (efektiivisten annosten summa) vuosina 2011–2020.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kollektiivinen annos (manSv)	
	Ohjaamo-henkilöstö	Matkustamo-henkilöstö	Ohjaamo-henkilöstö	Matkustamo-henkilöstö
2011	1 208	2 423	2,85	6,23
2012	1 182	2 419	2,60	5,80
2013	1 184	2 596	2,79	6,02
2014	1 213	2 441	2,74	5,93
2015	1 153	2 527	2,66	6,09
2016	1 118	2 534	2,95	7,24
2017	1 239	2 717	3,25	8,36
2018	1 306	3 042	3,68	9,86
2019	1 306	3 292	3,68	9,96
2020	1 289	3 070	1,45	2,68

TAULUKKO 10. Henkilökohtaisessa annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden lukumäärät toimialoitain vuosina 2011–2020.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoitain									
	Terveystenhuolto		Eläinlääketiede	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Radon	Muut*)	Ydinenergian käyttö**)	Yhteensä ***)
	Röntgensäteilylle altistuvat	Muille säteilylähteille altistuvat								
2011	4 320	1 050	550	1 209	742	22	21	79	3 830	11 659
2012	3 989	1 083	582	1 286	720	22	79	107	3 676	11 341
2013	3 953	1 147	636	1 329	727	20	36	125	3 715	11 540
2014	3 743	1 243	653	1 257	686	22	50	143	3 621	11 197
2015	3 631	1 244	664	1 371	649	26	26	142	3 291	10 800
2016	3 548	1 218	703	1 322	644	27	34	163	3 511	10 951
2017	3 222	1 184	726	1 420	685	34	92	159	4 144	11 381
2018	3 106	1 254	762	1 439	647	31	21	168	4 794	12 002
2019	2 825	1 316	804	1 363	664	29	5	165	4 101	11 050
2020	2 651	1 287	772	1 316	563	27	4	163	3 738	10 342

*) Sisältää toimialat: asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut.

**) Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

***)) Tässä sarakkeessa tietyllä rivillä oleva luku ei välttämättä ole sama kuin saman rivin muissa sarakkeissa olevien lukujen summa, koska terveydenhuollossa on henkilöitä, jotka altistuvat sekä röntgensäteilylle että muille säteilylähteille ja teollisuudessa on henkilöitä, jotka työskentelevät myös ydinenergian käytön parissa.

TAULUKKO 11. Henkilökohtaisessa annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden kollektiiviset annokset (syväannosten summat) toimialoitain vuosina 2011–2020.

Vuosi	Kollektiivinen annos (manSv)									
	Terveystenhuolto		Eläinlääketiede *)	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Radon	Muut **)	Ydinenergian käyttö ***)	Yhteensä
	Röntgensäteilylle altistuvat *)	Muille säteilylähteille altistuvat								
2011	1,33	0,11	0,09	0,13	0,07	0,007	0,10	0,001	1,83	3,67
2012	1,33	0,10	0,12	0,16	0,05	0,007	0,52	0,001	2,47	4,76
2013	1,24	0,09	0,12	0,14	0,04	0,005	0,28	0,002	1,25	3,17
2014	1,29	0,08	0,11	0,16	0,04	0,019	0,23	0,007	1,57	3,28
2015	1,27	0,10	0,13	0,18	0,03	0,011	0,09	0,003	1,35	3,07
2016	1,22	0,08	0,13	0,16	0,04	0,016	0,10	0,007	1,81	3,46
2017	1,04	0,09	0,14	0,18	0,03	0,024	0,15	0,003	1,53	3,04
2018	1,01	0,10	0,13	0,16	0,02	0,030	0,07	0,010	2,37	3,83
2019	0,85	0,10	0,11	0,15	0,02	0,020	0,03	0,010	1,18	2,56
2020	0,69	0,09	0,09	0,14	0,02	0,01	0,02	0,01	1,47	2,54

*) Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10-60.

**) Sisältää toimialat: asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut.

***)) Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

TAULUKKO 12. Eräiden työntekijäryhmien annostietoja (syväannokset) vuodelta 2020.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä	Kollektiivinen annos (mSv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjauskynnyksen*) ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit ja toimenpidekardiologit**)	213	0,25	1,88	1,18	10,07
Radiologit**)	229	0,19	2,83	0,81	9,99
Toimenpideradiologit**)	32	0,16	6,44	5,03	38,44
Erikoislääkärit**) ***)	245	0,04	0,79	0,15	4,59
Röntgenhoitajat (muu kuin röntgensäteily)	686	0,07	0,67	0,11	4,01
Eläintenhoitajat ja avustajat**)	496	0,05	0,87	0,11	4,31
Eläinlääkärit**)	276	0,03	1,01	0,12	4,46
Materiaalitarkastusten tekijät****)	592	0,10	0,59	0,17	4,77
Merkkiainekokeiden tekijät	25	0,03	2,86	1,43	8,79
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• mekaaniset ja konekunnossapitotyöt	781	0,50	1,41	0,65	7,55
• siivous	206	0,18	1,76	0,88	7,75
• eristetyö	56	0,15	8,25	2,65	11,66
• materiaalitarkastus	257	0,15	0,92	0,59	5,92
• säteilysuojeluhenkilöstö	103	0,14	1,63	1,33	8,92

*) Kirjauskynnys on 0,10 mSv/kk tai 0,30 mSv/3 kk.

**) Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena ovat näiden työntekijäryhmien annokset. Terveystarkkailun ja eläinlääkinnän säteilyn käytössä (röntgensäteily) työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia, ja annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10-60.

***) Sisältää mm. kirurgit, urologit, ortopedit, neuroradiologit ja gastroenterologit.

****) Muualla kuin ydinvoimalaitoksissa aiheutunut altistus.

TAULUKKO 13. Merkittävimmät radioaktiiviset jätteet kansallisessa pienjätevarastossa (31.12.2020).

Pienjätteiden aktiivisuusinventaarista on poistettu TVO:n loppusijoitustilaan siirretty jäte vuodesta 2019 lähtien.

Loppusijoitustilaan sijoitetun jätteen raportoinnista vastuu on TVO:lla.

Nuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
Am-241	2 665
H-3	2 658
Cs-137	2 082
Pu-238	1 471
Kr-85	1 427
Am-241 (Am-Be)	670
Ra-226	234
Sr-90	136
Cm-244	127
Pm-147	102
Co-60	33
Ni-63	32
Fe-55	22
C-14	18
Pu-238 (Pu-Be)	7
Ra-226 (Ra-Be)	1
I-129	1
U-238 (köyhdytetty uraani)	917 kg
Th-232	2,5 kg

TAULUKKO 14. Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät viranomaissuoritteet vuosina 2011–2020.

Vuosi	Viranomais-tarkastukset	Päätökset	Lausunnot	Vaarallisten la-sereiden poistot Internet-kaupoista	Yhteensä
2011	56	6	3	42	107
2012	53	0	15	43	111
2013	63	3	11	42	119
2014	53	2	23	41	119
2015	68	1	14	14	97
2016	72	2	10	18	102
2017	81	3	11	22	117
2018	56	0	10	45	111
2019	81	18	8	31	138
2020	83	0	18	22	123

TAULUKKO 15. Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät palvelusuoritteet vuosina 2011–2020.

Vuosi	Kalibroinnit ja testaukset	Turvallisuusarvioinnit ja säteilymittaukset	Yhteensä
2011	4	10	14
2012	8	16	24
2013	5	5	10
2014	6	8	14
2015	2	7	9
2016	8	4	12
2017	6	3	9
2018	5	4	9
2019	9	2	11
2020	1	2	3

TAULUKKO 16. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset vuosina 2011–2020. Omien tarkastusten lisäksi vuosina 2012–2020 tehtiin päätöksiä solariumlaitteista kuntien terveystarkastajien tekemien tarkastusten perusteella (lukumäärä suluissa) ja selvitettiin toiminnan vaatimustenmukaisuutta selvityspyynnöillä.

Vuosi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
2011	7
2012	6 (16)
2013	3 (40)
2014	1 (20)
2015	4 (17)
2016	4 (55)
2017	6 (31)
2018	5 (30)
2019	17 (23)
2020	5 (26)

TAULUKKO 17. Matkapuhelimien ja muiden langattomien päätelaitteiden SAR-testaukset vuosina 2011–2020.

Vuosi	Testien lukumäärä (kpl)
2011	5
2012	15
2013	11
2014	10
2015	14
2016	11
2017	0
2018	0
2019	0
2020	10

TAULUKKO 18. Ionisoivaan säteilyyn liittyvät palvelusuoritteet Dosimetrialaboratoriossa vuosina 2011–2020.

Vuosi	Kalibroinnit ja testaukset, Mittarien lkm	Säteilytyserät	PCXMC-lisenssit
2011	317	235	59
2012	457	344	89
2013	471	1 250	78
2014	370	1 281	68
2015	235	612	63
2016	340	1 203	49
2017	1 158	983	52
2018	465	1 851	42
2019	436	1 489	48
2020	478	2 091	58

Liite 2

Julkaisut vuonna 2020

Sähköisestä julkaisuarkistosta Julkari (julkari.fi) löytyvät STUKin sarjajulkaisut pdf-muodossa. Julkari toimii myös julkaisurekisterinä. Osasta julkaisuista löytyy siksi vain metatiedot.

Vuonna 2020 valmistuivat seuraavat säteilytoiminnan turvallisuuteen liittyvät julkaisut:

STUK:laisten tieteelliset artikkelit

Abuhamed J, Nikkilä A, Lohi O, Auvinen A. Trends of computed tomography use among children in Finland. *European Journal of Radiology Open* 2020; Volume 7, 100290, pp. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2020.100290>

Bly Ritva. Radiation protection issues in radionuclide therapy – workers (medical staff), third persons, waste management. p 37-48. In book: *Developments in nuclear medicine – New radioisotopes in use and associated challenges*. Radiation Protection No 194. EU scientific seminar held in Luxembourg on 13 November 2019. Luxembourg: European Commission: 2020. DOI: <https://doi.org/10.2833/905722>

Bly Ritva, Järvinen Hannu, Kaijaluoto Sampsa, Ruonala Verner. Contemporary collective effective dose to the population from x-ray and nuclear medicine examinations – changes over last 10 years in Finland. *Radiation Protection Dosimetry* 2020; 189 (3): 318-322. DOI: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncaa045>

Kojo K, Kurttio P. Indoor Radon Measurements in Finnish Daycare Centers and Schools — Enforcement of the Radiation Act. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020; 17: 2877. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17082877>

Lindgren Jussi, Liukkonen Jukka. The Heisenberg uncertainty principle as an endogenous equilibrium property of stochastic optimal control systems in quantum mechanics. *Symmetry* 2020; 12 (9): 1533. DOI: <https://doi.org/10.3390/sym12091533>

Lindholm C, Pekkarinen A, Sipilä O, Manninen A-L, Lehtinen M, Siiskonen T. Estimation of $H_p(3)$ among staff members in two nuclear medicine units in Finland. Radiation Protection Dosimetry 2020; 190 (2): 176-184. DOI: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncaa096>

Madekivi V, Boström P, Karlsson A, Aaltonen R, Salminen E. Can a machine-learning model improve the prediction of nodal stage after a positive sentinel lymph node biopsy in breast cancer? Acta Oncologica 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/o284186X.2020.1736332>

Tikkanen J, Zink K, Pimpinella M, Teles P, Borbinha J, Ojala J, Siiskonen T, Gomà C, Pinto M. Calculated beam quality correction factors for ionization chambers in MV photon beams. Physics in Medicine & Biology 2020; 65 075003: 15pp. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6560/ab7107>

STUKin omat sarjajulkaisut

Helasvuo Timo (toim.). Kuvantamisessa henkilöön kohdistettu muu kuin lääketieteellinen altistus vuonna 2017. Terveysturvallisuuden valvontaraportti. STUK-B 250. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2020. <http://www.julkari.fi/handle/10024/139367>

Helasvuo Timo. Radiologian henkilöstöresurssit 2019. Valtakunnallinen selvitys julkisen terveydenhuollon radiologisten yksiköiden henkilöstöresursseista. Terveysturvallisuuden valvontaraportti. STUK-B 257. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2020. <http://www.julkari.fi/handle/10024/140246>

Kaijaluoto Sampsa, Liukkonen Jukka. Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa vuonna 2018. Terveysturvallisuuden valvontaraportti. STUK-B 252. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2020. <http://www.julkari.fi/handle/10024/139991>

Kojo Katja, Vahtola Johanna, Kurttio Päivi. Radonkysely työsuojeluhenkilöille. STUK-B 261. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2020. <https://www.julkari.fi/handle/10024/140616>

Liukkonen Jukka. Optimointi isotooppikuvantamisessa. Terveysturvallisuuden valvontaraportti. STUK-B 251. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2020. <http://www.julkari.fi/handle/10024/139515>

Puranen Lauri. Radioamatööriasiemien säteilyturvallisuus. STUK-TR 33. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2020. <https://www.julkari.fi/handle/10024/140543>

Siiskonen Teemu (toim.), Bly Ritva, Isaksson Risto, Kaijaluoto Sampsa, Kiuru Anne, Kojo Katja, Kurttio Päivi, Lahtinen Juhani, Lehtinen Maaret, Muikku Maarit, Peltonen, Tuomas, Ruonala Verner, Torvela Tiina, Turtiainen Tuukka, Virtanen Sinikka. Suomalaisten keskimääräinen efektiivinen annos vuonna 2018. STUK-A263. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2020. <http://www.julkari.fi/handle/10024/139611>

Siiskonen Teemu (toim.), Bly Ritva, Isaksson Risto, Kaijaluoto Sampsa, Kiuru Anne, Kojo Katja, Kurttio Päivi, Lahtinen Juhani, Lehtinen Maaret, Muikku Maarit, Peltonen, Tuomas, Ruonala Verner, Torvela Tiina, Turtiainen Tuukka, Virtanen Sinikka. Den genomsnittliga effektiva dosen hos finländarna 2018. STUK-A264. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2020.

<https://www.julkari.fi/handle/10024/140841>

Venelampi Eija (toim.), Aallos-Ståhl Siiri-Maria, Hallinen Elina, Hellstén Santtu, Hoilijoki Heli, Kaijaluoto Sampsa, Kallio Antti, Kiuru Anne, Korhonen Milla, Kuhmonen Venla, Kurttio Päivi, Latomäki Antti, Lehtinen Maaret, Nylund Reetta, Orreveteläinen Pasi, Outola Iisa, Rantanen Salla, Siiskonen Teemu, Sipilä Petri, Takkinen Antti, Tenkanen-Rautakoski Petra, Toivonen Tommi, Visuri Reijo, Ylianttila Lasse. Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2019. STUK-B 247. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2020.

<https://www.julkari.fi/handle/10024/140238>

Venelampi Eija (ed.), Aallos-Ståhl Siiri-Maria, Hallinen Elina, Hellstén Santtu, Hoilijoki Heli, Kaijaluoto Sampsa, Kallio Antti, Kiuru Anne, Korhonen Milla, Kuhmonen Venla, Kurttio Päivi, Latomäki Antti, Lehtinen Maaret, Nylund Reetta, Orreveteläinen Pasi, Outola Iisa, Rantanen Salla, Siiskonen Teemu, Sipilä Petri, Takkinen Antti, Tenkanen-Rautakoski Petra, Toivonen Tommi, Visuri Reijo, Ylianttila Lasse. Radiation practices. Annual report 2019. STUK-B 258. Helsinki; Radiation and Nuclear Safety Authority: 2020.

<https://www.julkari.fi/handle/10024/140550>

STUKin esitteet/Muut julkaisut

Turtiainen T. Lakisääteiset työpaikkojen radonmittaukset. Finnsafe 2/2020: s. 24.

Wassholm Sebastian. När olyckan är framme – en fallstudie om Strålsäkerhetscentralens roll i Finlands krisberedskap inför en strålrisksituation. Magisteravhandling. Fakulteten för samhällsvetenskaper och ekonomi, Offentlig förvaltning, Åbo Akademi. 3.7.2020.

<https://www.doria.fi/handle/10024/177831>

STUK-B -sarjan julkaisuja

STUK-B 274 Holmgren O, Kurttio P, Kojo K, Turtiainen T. Kysely asuntojen radonkorjauksista.

STUK-B 273 Bly Ritva. Esiselvitys säteilylaissa tarkoitettujen lähettämissuosituksen kehittämistä varten.

STUK-B 272 Jokelainen I, Sipilä P. Annosmääritykset sädehoidon lineaarikiihdyttimien pienissä fotonisäteily-kentissä. Terveysthuollon valvontaraportti.

STUK-B 271 Lajunen A. Oikeutusarvioinnin edellytysten toteutuminen. Terveysthuollon valvontaraportti.

STUK-B 270 Virtanen S, Vartti V-P, Turunen J, Mattila A. Monitoring of radioactivity in the environment of Finnish nuclear power plants. Annual report 2020.

STUK-B 269 Virtanen S, Vartti V-P, Turunen J, Mattila A. Ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2020.

STUK-B 268 Mattila A, Inkinen S (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2020. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2020. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2020.

STUK-B 267 Marttila J (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2020.

STUK-B 266 Venelampi E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2020.

STUK-B 265 Peri V (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2020.

STUK-B 264 Marttila J (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2020.

STUK-B 263 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2020.

STUK-B 262 Suutari J. Säteilylain uusien vaatimusten toteutuminen säteilyn käytössä. Terveysthuollon valvontaraportti.

STUK-B 261 Kojo K, Vahtola J, Kurttio P. Radonkysely työsuojeluhenkilöille.

STUK-B 260 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosi-raportti 2/2020.

STUK-B 259 Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management. 7th Finnish National Report as referred to in Article 32 of the Convention.

STUK-B 258 Venelampi E (ed.) Radiation practices. Annual report 2019.

STUK-B 257 Helasvuo T. Radiologian henkilöstöresurssit 2019. Valtakunnallinen selvitys julkisen terveydenhuollon toiminnanharjoittajien tilanteesta.

STUK-B 256 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosi-raportti 1/2020.

STUK-B 255 Virtanen S, Vartti V-P, Turunen J, Mattila A. Monitoring of radioactivity in the environment of Finnish nuclear power plants. Annual Report 2019.

STUK-B 254 Turtiainen T, Ilander T, Mänttari I, Leikoski N, Kurttio P. Sammandrag enligt hushållsvattenförordningen av mätresultat 2016–2018 för hushållsvattnets radioaktivitet.

STUK-B 253 Virtanen S, Vartti V-P, Turunen J, Mattila A. Ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2019.

STUK-B 252 Liukkonen J. Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa vuonna 2018.

STUK-B 251 Liukkonen J. Optimointi isotooppikuvantamisessa.

STUK-B 250 Helasvuo T (toim.). Kuvantamisessa henkilöön kohdistettu muu kuin lääketieteellinen altistus vuonna 2017.

STUK-B 249 Mattila A, Inkinen S (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2019. – Strål-ningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2019. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2019.

STUK-B 248 Kainulainen E (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2019.

STUK-B 247 Venelampi E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2019.

B



ISBN 978-952-309-515-1 (pdf)

ISSN 2243-1896



STUK
Säteilyturvakeskus
Strålsäkerhetscentralen
Radiation and Nuclear Safety Authority

Puh. (09) 759 881
www.stuk.fi